

KESAN RAWATAN HABA YANG BERBEZA TERHADAP NILAI  
PEMAKANAN CENDAWAN LIAR, *Volvariella volvacea*

KAREN BINTI KALIANON

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASIINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH  
SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM PENGETAHUAN DAN KEMAMPUAN  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2013

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KESAN RAWATAN HABA YANG BERBEZA TERHADAP NILAI PEMAKANAN CENDAWAN LIAR, VOLVARIELLA VOLVACEAE

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN

SAYA: KAREN BINTI KALIANON SESI PENGAJIAN: 2009 - 2013  
(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 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 (/)

<input type="checkbox"/>	SULIT	(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)
<input type="checkbox"/>	TERHAD	(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)
<input checked="" type="checkbox"/>	TIDAK TERHAD	

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

Disahkan Oleh:

NORAZLYNNE MOHD. JOHAN @ JACKLYNE

PUSTAKAWAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap: KG. BATU APAR,  
P/S 172  
89908 TENOM,  
SABAH.

(NAMA PENYELIA dan oop)

Tarikh: 24 JANUARI 2013

Tarikh: \_\_\_\_\_

Catatan: - \* Potong yang tidak berkenaan.

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

Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertasi 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 tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Saya juga mengakui bahawa disertasi ini tidak pernah atau sedang dihantar untuk perolehi ijazah dari universiti ini atau mana universiti yang lain.



---

Karen Binti Kalianon

BR09110042

24 Januari 2013

**DIPERAKUKAN OLEH**

1. Prof. Madya Dr. Markus Atong  
PENYELIA



---

**PROF. MADYA DR. MARKUS ATONG**  
Pensyarah  
Sekolah Pertanian Lestari  
Universiti Malaysia Sabah

2. En. Sim Kheng Yuen  
PENYELIA BERSAMA



---

**SIM KHENG YUEN**  
PENSYARAH/PENASIHAT AKADEMIK  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

3. Dr. Connie Fay Komilus  
PEMERIKSA 1



---

**DR CONNIE FAY KOMILUS**  
SENIOR LECTURER  
SCHOOL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

4. En. Clament Chin Fui Seung  
PEMERIKSA 2



---

**CLAMENT CHIN FUI SEUNG**  
Lecturer  
School Of Sustainable Agriculture  
Universiti Malaysia Sabah

5. Dr. Sitti Raehanah binti Muhamad Shaleh  
DEKAN SEKOLAH PERTANIAN LESTARI



---

**DR. SITI RAEHANAH MUHAMAD SHALEH**  
DEKAN  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UMS KAMPUS SANDAKAN



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin memanjatkan ucapan syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Agung kerana dengan limpah berkat-Nya serta pemberian kesihatan yang baik sepanjang masa kajian sehingga saya mampu menyiapkan projek ini dengan sempurna. Tanpa berkat, kekuatan serta anugerah dari-Nya maka mustahil saya dapat menyiapkan projek ini dengan cemerlang. Terima kasih atas ayat berikut yang sentiasa memberi saya dorongan, semangat, kekuatan serta petunjuk yang sangat bermakna.

*"Percayalah kepada Tuhan dengan segenap hatimu, dan janganlah bersandar kepada pengertianmu sendiri. Akuilah Dia dalam segala lakumu, maka Ia akan meluruskan jalanmu. Janganlah engkau menganggap dirimu sendiri bijak, takutlah akan Tuhan dan jauhilah kejahatan" Amsal 3:5-7.*

Saya juga ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia, Prof. Madya Dr. Markus Atong dan penyelia bersama, Encik Sim Kheng Yuen atas tunjuk ajar, bimbingan, dorongan serta semangat yang telah diberikan sepanjang saya menjalankan projek tahun akhir ini. Setinggi penghargaan juga saya ingin berikan kepada semua pembantu makmal SPL, terutamanya Encik Panjiman Saidin sebagai Pegawai Makmal atas usaha, kerjasama serta bantuan yang dihulurkan demi menjayakan projek ini.

Ribuan terima kasih juga saya ingin ucapkan kepada keluarga terutama ibu saya, (Pn. Kumagit Sarudin), juga ayah saya atas doa, semangat, sokongan dan dorongan padu yang telah diberikan tidak putus-putus selama saya menjalankan kajian ini dan adik-beradik khasnya Kelvin Kalianon yang telah memberikan bantuan, dorongan serta semangat yang diperlukan. Penghargaan khas juga ditujukan bagi kakitangan Ladang Sg. Sapi Sandakan atas kerjasama dan bantuan yang telah diberikan. Tidak lupa juga rakan-rakan yang disayangi khasnya Vella Fung, Siti Norhayati, Siti Hawa, Hannah James, Karen Yiow, Valerie Dilol, Midya Simon, serta semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung atas pertolongan, dorongan, sokongan dan semangat yang diberikan sepanjang perlaksanaan projek tahun akhir ini.

Kehadiran anda semua sangat bermakna kepada saya. Hanya Tuhan Yang Maha Kuasa dapat membala jasa anda semua. Saya berdoa agar anda sekalian sentiasa dilimpahi dengan berkat dan kasih karunia dari Yang Maha Esa.

## ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan rawatan haba yang berbeza ke atas nilai pemakanan cendawan liar jenis boleh makan, *Volvariella volvacea* serta mengetahui rawatan haba yang terbaik bagi menjamin kualiti nilai pemakanan yang maksima. Sampel cendawan liar jenis boleh makan dipetik segar dari kawasan pedalaman yang berdekatan dengan Ladang Kelapa Sawit Sg. Sapi, Sandakan. Dalam kajian ini, kesemua sampel (segar dan dengan rawatan haba pada 40°C, 50°C dan 60°C) telah menjalani analisis proksimat seperti penentuan kandungan kelembapan, abu, serat kasar, lemak, protein kasar serta karbohidrat. Sampel segar dianalisis terus bagi catatan untuk komposisi pemakanan cendawan segar. Komposisi pemakanan telah dikaji untuk kandungan kadar kelembapan, abu, lemak, serat kasar, protein serta karbohidrat. Keputusan bagi nilai pemakanan cendawan segar ialah kandungan kelembapan (85.28%), abu (1.06%), lemak (0.77%), serat (3.77%), protein (13.88%) dan karbohidrat (80.52%). Selepas menerima rawatan haba untuk tiga suhu yang berbeza, cendawan tersebut juga dianalisis bagi mengetahui nilai pemakanannya. Nilai yang dicatat ialah 55.42%, 10.86% dan 8.3% (kandungan kelembapan), 5.33%, 10.05% dan 10.14% (abu), 5.3%, 1.65%, dan 1.56% (lemak), 21.78%, 20.22% dan 6.77% (serat), 12.75%, 38.4% dan 33.35% (protein) serta 76.62%, 49.90% dan 54.95% (karbohidrat) masing-masing keputusan bagi suhu 40, 50 dan 60°C. Analisis statistik telah dijalankan menggunakan perisian SPSS versi 18, dengan One-way ANOVA pada aras  $p<0.05$  bagi mengetahui sama ada haba memberi kesan yang signifikan kepada komposisi makanan atau tidak. Keputusan analisis menunjukkan bahawa haba memberikan kesan kepada komposisi makanan pada aras  $p<0.05$  bagi setiap tahap suhu. Secara keseluruhan, nilai bagi kandungan kelembapan, lemak, serat dan karbohidrat menurun apabila dirawat dengan haba kecuali abu dan protein. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa rawatan haba yang terbaik bagi menjamin nilai pemakanan cendawan adalah pada suhu 50°C memandangkan kandungan protein dan karbohidrat yang tinggi telah dicatat. Selain itu, kandungan tenaga serta jumlah kalori cendawan yang dirawat pada suhu ini adalah rendah iaitu 1562.15 kj dan 368.05 kcal dan sesuai untuk pemakanan yang sihat.

## **EFFECT OF DIFFERENT HEAT TREATMENT ON THE NUTRITIONAL COMPOSITION OF WILD EDIBLE MUSHROOM, VOLVARIELLA VOLVACEAE**

### **ABSTRACT**

This study was conducted to investigate the effect of different heat treatments on the nutritional value of wild edible mushroom, Volvariella volvacea and recognize the best heat treatment in preserving the nutritional value of the wild edible mushroom. The fresh wild mushroom was obtained from the rural area near the Oil Palm Sg. Sapi Estate, Sandakan. In this study, all samples (fresh and treated with 40°C, 50°C, 60°C) underwent proximate analysis in order to determine their moisture, crude fibre, fat, protein and carbohydrate content. The fresh sample was analyzed. The result of fresh sample for moisture content is 85.28%, ash (1.06%), fat (0.77%), fiber (3.77%), protein (13.88%) and carbohydrate (80.52%). Three parts of the divided sample were treated with different temperature to 40°C, 50°C and 60°C in oven for 24 hours. Each treatment has replicate of three. After that, the treated samples were analyzed for their proximate composition of crude protein, crude fibre, crude oil and carbohydrate. Results for treated sample at temperature of 40, 50 and 60°C were: 55.42, 10.86 and 8.3% (moisture content), 5.33%, 10.62% and 10.14% (ash), 5.3%, 1.1%, and 2.25% (fat), 21.78%, 20.22% and 6.77% (fiber), 12.75%, 38.4% and 33.35% (protein) and 76.62%, 49.89%, 54.26% (carbohydrate). All results were analyzed using SPSS version 18, with One-way ANOVA at level  $p<0.05$ . ANOVA showed that there is significant difference among treatment. Heat do affect nutritional composition of the mushroom as the reading for moisture content, fat, fiber and carbohydrate is decreased when heat is increased except for ash and protein. The current study shows that the mushroom treated at 50°C preserve most nutritional values as they were high in protein and carbohydrate content. The total energy and calorie content of mushroom treated at this temperature were low, (1541.63 kj and 363.06 kcal) which enable them to serve as a healthy meal.

## ISI KANDUNGAN

<b>Kandungan</b>	<b>Muka Surat</b>
PENGAKUAN	ii
VERIFIKASI	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xii
SENARAI RUMUS	xiii
 <b>BAB 1 PENGENALAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Pernyataan Masalah	4
1.3 Justifikasi	5
1.4 Objektif	5
1.5 Hipotesis	5
 <b>BAB 2 TINJAUAN LITERATUR</b>	6
2.1 Makrofungi	6
2.1.1 Nilai pasaran dan kepentingan cendawan	8
2.1.2 Cendawan jenis boleh makan dan jenis beracun	9
2.2 Kitar Pertumbuhan Cendawan	11
2.2.1 Keperluan-keperluan pertumbuhan bagi cendawan	13
2.2.2 Penanaman cendawan	14
2.2.3 Komposisi nutrien utama cendawan	15
2.3 Kepentingan Pemakanan Cendawan	17
2.4 Penggunaan Cendawan	18
2.4.1 Sebagai makanan untuk manusia	18
2.4.2 Peranan dalam alam sekitar	19
2.4.3 Sebagai tonik dan nutraceutikal	21
 <b>BAB 3 METODOLOGI</b>	24
3.1 Persampelan Cendawan Liar Jenis Boleh Makan	24
3.2 Pengenalpastian Cendawan	24
3.3 Penyediaan Sampel	26
3.4 Analisis Proksimat Cendawan Liar Jenis Boleh Makan ( <i>Proximate Analysis</i> )	27
3.4.1 Penentuan kandungan kelembapan ( <i>moisture content</i> )	27
3.4.2 Penentuan kandungan protein kasar ( <i>crude protein content</i> )	27
3.4.3 Kandungan abu ( <i>ash content</i> )	27
3.4.4 Kadar lemak kasar ( <i>crude fat content</i> )	28
3.4.5 Kandungan serat kasar ( <i>crude fibre content</i> )	28
3.4.6 Penentuan kandungan karbohidrat ( <i>carbohydrate content</i> )	28
	29

3.4.7	Penentuan jumlah kandungan tenaga cendawan ( <i>total energy intake</i> )	29
3.5	Analisis Statistik	29
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN</b>	30
4.1	Perbandingan Kandungan Proksimat Antara Cendawan Liar Jenis Boleh Makan dengan Cendawan yang Ditanam Secara Komersil	30
4.2	Kesan Rawatan Haba Berbeza Terhadap Kandungan Proksimat Cendawan Liar Jenis Boleh Makan, <i>Volvariella volvacea</i>	33
4.2.1	Sampel Segar (tanpa rawatan haba)	33
4.2.2	Cendawan jenis liar yang dikenakan rawatan pada 40°C selama 24 jam	36
4.2.3	Cendawan jenis liar yang dikenakan rawatan pada suhu 50°C selama 24 jam	38
4.2.4	Sampel cendawan Jenis <i>Volvariella volvacea</i> , yang dirawat pada suhu 60°C selama 24 jam	40
4.3	Perubahan Nilai Pemakanan Cendawan Liar Pada Suhu yang Berbeza	42
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	46
<b>RUJUKAN</b>		47
<b>LAMPIRAN</b>		56

## SENARAI JADUAL

<b>Jadual</b>		<b>Muka surat</b>
2.2	Peringkat pertumbuhan cendawan	11
4.1	Perbandingan nilai pemakanan antara cendawan jenis liar boleh makan dan cendawan jenis tanaman ( <i>cultivated mushroom</i> )	31
4.2	Perubahan nilai pemakanan cendawan liar jenis boleh makan, <i>Volvariella volvacea</i> yang didedahkan pada suhu berbeza	43

## SENARAI RAJAH

<b>Rajah</b>		<b>Muka Surat</b>
2.1	Lakaran cendawan beserta istilah mikologi	7
2.2	Peringkat pertumbuhan <i>Volvariella volvaceae</i> yang berlainan	12
2.3	Longgokan tandan buah kelapa sawit kosong (TBKSK)	20
2.4	Pertumbuhan Cendawan <i>Volvariella volvaceae</i>	20
3.2	Bahagian atas topi, bawah topi, peringkat butang dan peringkat matang cendawan <i>Volvariella volvaceae</i>	25
4.1	Nilai proksimat bagi cendawan liar jenis boleh makan segar, <i>Volvariella volvaceae</i>	33
4.2	Nilai proksimat bagi cendawan liar jenis boleh makan, <i>Volvariella volvaceae</i> yang dirawat pada suhu 40°C selama 24 jam	37
4.3	Nilai proksimat bagi cendawan liar jenis boleh makan, <i>Volvariella volvaceae</i> , yang dirawat pada suhu 50°C selama 24 jam	39
4.4	Nilai proksimat bagi cendawan liar jenis boleh makan, <i>Volvariella volvaceae</i> , yang dirawat pada suhu 60°C selama 24 jam	40
B1	Habitat cendawan liar jenis boleh makan, <i>Volvariella volvaceae</i>	57
B2	Cendawan <i>Volvariella volvaceae</i> yang matang	57
B3	Sampel dianalisis untuk kandungan serat menggunakan <i>FibreBag system</i>	58
B4	Sampel dianalisis untuk kandungan lemak menggunakan <i>Sohxlet extraction</i>	58
B5	Cendawan <i>Schizophyllum Commune</i> (kular pokok getah)	59
B6	Cendawan <i>Pleurotus</i> sp. (kulat putih keras)	59
B7	Cendawan <i>Hygrocybe</i> sp. (kulat tiu)	59
B8	Cendawan <i>Galiella rufa</i> (kulat mata kerbau)	59
B9	Cendawan <i>Auricularia auricular-judea</i> (kulat telinga)	60

B10	Cendawan <i>Tramets</i> sp. (kulat pokok)	60
B11	Cendawan <i>Lentinus omphalodes</i> (kulat putih)	60
B12	Cendawan <i>Lentinus ciliatus</i> (kulat bulu)	60

## **SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN**

%	Peratus
<	Kurang daripada atau lebih kecil
x	Darab
ANOVA	Analysis of variance
BK	Berat kering
°C	Darjah selsius
g	Gram
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
kj	Kilojoule
km	Kilometer
ml	Milliliter
PVC	Poly Vynl Chloride
SPL	Sekolah Pertanian Lestari
TBKSK	Tandan buah kelapa sawit kosong

## SENARAI RUMUS

<b>Rumus</b>		<b>Muka Surat</b>
3.1	Kelembapan (%) = [Berat basah sampel (g) – berat kering sampel (g) / berat basah sampel (g)] × 100	27
3.2	Kandungan abu (%) = [Berat abu dalam sampel (g) / berat sampel (g)] × 100	27
3.3	Lemak kasar (%) = [Berat lemak dalam sampel (g) / berat sampel (g)] × 100	28
3.4	Kadar serat (%) = [Berat sampel selepas pembakaran (g) / berat sampel (g)] × 100	29
3.5	% karbohidrat = 100-% (abu + protein + lemak kasar)	29
3.6	Tenaga, kcal = 4(kandungan protein,g + kandungan karbohidrat,g) + 9(kandungan lemak kasar,g)	29
3.7	Tenaga, kj= 17(kandungan protein,g + kandungan karbohidrat,g) + 37(kandungan lemak kasar,g)	29

## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Pengenalan

Terdapat lebih daripada 2000 spesies cendawan yang wujud secara semula jadi di alam kita, namun cuma terdapat kurang daripada 25 jenis spesies sahaja yang boleh dimakan. Di antaranya ialah spesies-spesies seperti *Agaricus bisporus*, *Pleurotus spp.*, *Lentinula edodes*, *Volvariella volvacea* dan sebagainya yang telah ditanam secara komersil bagi memenuhi permintaan pengguna yang kian meningkat (Barros *et al.*, 2007). Cendawan merupakan kulat yang dikelaskan dalam alam *Mycetea* dan ia berbeza daripada kelas tumbuhan dan haiwan dari segi pengambilan nutrien. Kandungan klorofil dalam cendawan adalah sangat rendah sehingga ia terpaksa mendapatkan zat makanan daripada tanah atau kayu reput. Benih mikroskopik cendawan lebih dikenali sebagai spora, manakala bahagian yang lain dipanggil miselium. Morfologi cendawan yang tipikal adalah terdiri daripada batang (*stalk*), topi kulat (*fruit-body*) serta garisan tipis spora yang menghasilkan struktur yang dikenali sebagai insang (*gill*) di bawah bahagian topi kulat. Namun begitu, terdapat juga cendawan yang tidak mempunyai bentuk yang sempurna seperti kekurangan topi, batang, insang, atau spora (Alan dan Arleen, 2006).

Penggunaan cendawan sebagai makanan mahupun makanan tambahan (*food supplements*) telah lama diamalkan oleh manusia. Kini, cendawan lebih digemari oleh orang ramai bukan sahaja atas sebab rasanya yang enak dan unik, tetapi faedah kesihatan yang menakjubkan. Cendawan jenis boleh makan (*edible mushrooms*) mengandungi kandungan protein, serat, vitamin serta mineral yang tinggi (Cheung, 1996; Ouzouni *et al.*, 2009b; Hung dan Nhi, 2012). Secara keseluruhan, jasad buah (*fruit-body*) sesuatu cendawan adalah kaya dengan karbohidrat (56.8%), protein

(25.0%), lemak (5.7%) dan abu (12.5%) berdasarkan berat keringnya (Jonathan *et al.*, 2006). Di samping itu, cendawan juga terbukti mengandungi protein yang berkualiti tinggi, asid lemak tak tepu, serat, mineral dan juga mengandungi vitamin-vitamin penting yang diperlukan dalam gizi harian kita (Barros *et al.*, 2007). Oleh sebab itu, cendawan sering dijadikan sebagai makanan alternatif bagi pengguna yang sedang mengikuti program pengawalan diet. Sesetengah cendawan terutamanya *Agaricus bisporus*, *Hericium erinaceus*, *Flammulina velutipes*, *Lentinus edodes* dan *Pleurotus ostreatus* mengandungi kompaun-kompaun fenolik (*phenolics compounds*) aktif yang berperanan penting sebagai antioksidan (*antioxidant*) dalam pengawetan makanan atau memperlambatkan proses penuaan manusia (Kim *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2003).

Cendawan saprofit memerlukan persekitaran yang spesifik untuk pengambilan nutrien bagi tujuan pertumbuhan. Setiap cendawan mempunyai keperluan yang berbeza untuk tumbuh dan berkembang menjadi buah jasad. Sesetengah cendawan tumbuh pada sisa kayu segar seperti *Lentinula*, *Pleurotus*, *Auricularia*, *Pholiota*, *Tremella*, *Agrocybe* dan *Ganoderma*. Spesies lain contohnya *Volvariella*, *Stropharia* dan *Coprinus* tumbuh pada bahan yang mempunyai serat tinggi iaitu bahan-bahan kompos seperti kayu atau batang reput. Sehubungan dengan itu, cendawan dalam golongan spesies *Agaricus* tumbuh dengan baik pada bahan kompos atau sisa buangan binatang. Sesetengah cendawan juga boleh tumbuh atas tanah dan humus contohnya spesies *Lepiota*, *Leptista*, *Morchella* dan *Gyromitra* (Chang dan Miles, 2004). Selain itu, cendawan yang tumbuh pada kayu reput dikelaskan sebagai kulat putih atau coklat bergantung pada jenis dan cara penggunaan kandungan selulosa pada kayu. Kulat putih memanfaatkan selulosa, hemiselulosa, dan komponen lignin pada kayu reput dengan bantuan enzim ligninolotik dan selulosa manakala kulat coklat pula hanya memanfaatkan selulosa pada kayu reput dan meninggalkan hemiselulosa serta bahagian lignin yang mana memberikan ia warna kayu tersebut. Menurut Cowan (2001), cendawan spesies *Pleurotus* ialah contoh kulat putih yang ditanam secara komersil.

Justeru itu, kawasan yang mempunyai kadar kelembapan yang tinggi, contohnya hutan hujan tropika, akan merangsang pertumbuhan cendawan sepanjang tahun. Namun demikian, sesetengah cendawan hanya boleh didapati pada masa tertentu seperti waktu luruh, panas dan musim bunga. Pada musim sejuk, agak sedikit cendawan yang bertumbuh menjadi buah jasad walaupun untuk jenis perennial

(tumbuh sepanjang tahun). Akan tetapi, pada tempat yang kering, cendawan hanya tumbuh selepas musim hujan. Pembentukan jasad berbuah cendawan sangat bergantung pada pola hujan di mana sepanjang musim kemarau ia sangat sukar didapati. Secara langsung, suhu juga mempengaruhi pertumbuhan cendawan. Menurut Zoberi (1985), cendawan biasanya didapati pada kawasan yang mempunyai suhu sekitar 20-40°C dan ia tumbuh dengan pesat pada sisa tani.

Sehubungan dengan itu, cara pengambilan cendawan adalah berbeza apabila diambil kira tentang tujuan utama ia dikumpul. Jika cendawan dikutip untuk tujuan menjadi makanan, prosedurnya tidaklah begitu sulit malah ia adalah sesuatu yang mudah dan menyeronokkan. Alat yang diperlukan hanyalah sebuah bakul sebagai tempat pengumpulan cendawan makanan. Bagaimanapun, pengenalpastian cendawan adalah perlu jika cendawan tersebut adalah liar. Bagi tujuan kajian, pendokumentasian tentang spesimen tersebut adalah wajib. Antara maklumat yang perlu direkod termasuklah tempat pertumbuhan, gambar cendawan, suhu persekitaran, intensiti cahaya, cetakan spora, tulisan deskripsi cendawan dan seterusnya menyimpan spesimen untuk pengenalpastian lebih lanjut dalam makmal. Alat yang diperlukan adalah lebih kompleks seperti beg persampelan, buku catatan, kamera, pisau, dan sebagainya. Kelengkapan ini perlu disediakan demi menjaga struktur cendawan daripada rosak. Hal ini kerana, spesimen harus kekal dalam struktur asal dan segar agar prosedur pengenalpastian dapat dijalankan dengan lebih tepat.

Di Malaysia, cendawan liar jenis boleh makan (*wild edible mushroom*) telah lama digunakan oleh penduduk pedalaman sebagai makanan, ubat-ubatan mahupun bagi tujuan keagamaan (Chang dan Lee, 2004). Sabah merupakan negeri yang kaya dengan sumber alam semulajadi dan biodiversitinya yang begitu berpotensi atas sebab kedudukan lokasinya yang strategik. Kandungan kelembapan yang tinggi serta cuaca yang sesuai menyebabkan banyak jenis cendawan liar tumbuh di sekitar hutan hujan tropika yang tertua di rantau ini (Chong *et al.*, 2007). Cendawan liar tersebut biasanya dipetik oleh penduduk tempatan atau orang asli (*indigenous people*) yang tinggal di pinggir hutan. Bagi cendawan liar jenis *Volvariella volvacea* yang dijumpai di Sandakan ini, ia tumbuh dalam ladang kelapa sawit yang berdekatan dengan kawasan hutan dan hidup atas tandan buah kelapa sawit kosong (TBKS) yang telah dibuang. Dengan demikian, cendawan ini pada umumnya dijumpai dan dipetik oleh pekerja ladang atau penduduk disekitar kawasan tersebut. Menurut mereka, cendawan ini digelar sebagai

'kulat kelapa sawit' dan ia mula diambil sebagai makanan sejak penemuannya. Sebahagian cendawan liar jenis boleh makan yang dipetik oleh mereka akan digunakan dalam masakan harian dan yang selebihnya akan dijual di pasar pagi atau tamu yang berdekatan memandangkan permintaan yang begitu tinggi.

Proses termal (*thermal processing*) biasanya dilakukan dalam pemprosesan makanan bagi meningkatkan jangka hayat penyimpanan sesuatu makanan. Bagaimanapun, kaedah rawatan haba yang tinggi turut membawa beberapa kesan buruk terhadap makanan memandangkan sebahagian nutrien semulajadi akan hilang secara signifikan semasa proses pemanasan berlaku. Ini kerana sesetengah sebatian bioaktif (*bioactive compounds*) yang wujud dalam makanan atau buah-buahan adalah tidak stabil terhadap suhu tinggi, termasuklah antioksidan semula jadi, vitamin-vitamin, sebatian-sebatian fenolik serta enzim. Oleh demikian, makanan ataupun hasil-hasil pertanian yang diproses dengan rawatan haba tinggi selalunya dikaitkan nilai pemakanan atau kesihatan yang lebih rendah berbandingkan makanan yang segar. Namun begitu, terdapat beberapa kajian yang menunjukkan bahawa sesetengah makanan seperti sayur-sayuran dan buah-buahan yang dirawat dengan haba mempunyai aktiviti biologi yang tinggi akibat perubahan-perubahan tindak balas kimia sepanjang proses termal (Kim *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2006).

Sehingga kini, maklumat mengenai kesan rawatan haba terhadap nilai pemakanan cendawan liar jenis makan, *Volvariella volvacea* amatlah terhad. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk menentukan nilai pemakanan cendawan liar jenis boleh makan serta mengkaji kesan rawatan haba berbeza ke atas nilai pemakanan cendawan liar jenis boleh makan yang digunakan sepanjang kajian ini.

## 1.2 Pernyataan Masalah

Cendawan spesies *Volvariella volvacea* yang digunakan dalam kajian ini merupakan cendawan liar jenis boleh makan (*wild edible mushroom*) yang digemari oleh penduduk tempatan dan ia biasanya dijumpai di sekitar ladang kepala sawit atau pinggir hutan. Memandangkan cendawan ini memilih tandan buah kelapa sawit kosong, (TBKSK) sebagai substrak pertumbuhan, hanya mereka yang tinggal dalam atau berdekatan ladang sahaja yang selalu menjumpainya. Dalam pada itu, cendawan ini juga dijual di pasar dan amat laris kerana permintaan dan penggunaan yang tinggi oleh penduduk

Sandakan. Cendawan ini amat cepat layu dan mempunyai jangka hayat yang singkat selepas dipetik dari TBKSK. Ini merugikan penjual cendawan mahupun pengguna memandangkan sesetengah zat makanan cendawan yang hilang akibat kurangnya pengendalian lepas tuai (*post harvest*) yang sesuai terhadapnya. Namun demikian, masalah di atas boleh diatasi sekiranya rawatan selepas penuaian cendawan (*treatment after post harvest*) dilakukan bagi menjamin kualiti cendawan. Salah satu cara yang biasa digunakan untuk memanjangkan tempoh penyimpanan sesuatu hasil pertanian atau makanan adalah menerusi rawatan haba yang secukupnya.

### **1.3 Justifikasi**

Kajian ini mengkaji kesan rawatan haba yang sesuai terhadap nilai pemakanan cendawan liar jenis boleh makan, *Volvariella volvacea*. Di samping itu, kajian ini turut memberikan maklumat yang penting bagi menentukan keberkesanan rawatan haba yang sesuai bagi mengekalkan kandungan nutrisinya dan mampu memanjangkan jangka masa penyimpanan cendawan spesies ini.

### **1.4 Objektif kajian**

1. Untuk membandingkan nilai pemakanan beberapa spesies cendawan liar jenis boleh makan dengan cendawan tanaman
2. Untuk menentukan kesan rawatan haba yang berbeza ke atas nilai pemakanan cendawan liar jenis boleh makan, *Volvariella volvacea*

### **1.5 Hipotesis**

H<sub>0</sub>: Tiada kesan ketara yang ditunjukkan oleh rawatan yang berbeza ke atas nilai pemakanan cendawan

H<sub>a</sub>: Terdapat kesan ketara yang ditunjukkan oleh rawatan yang berbeza ke atas nilai pemakanan cendawan.

## BAB 2

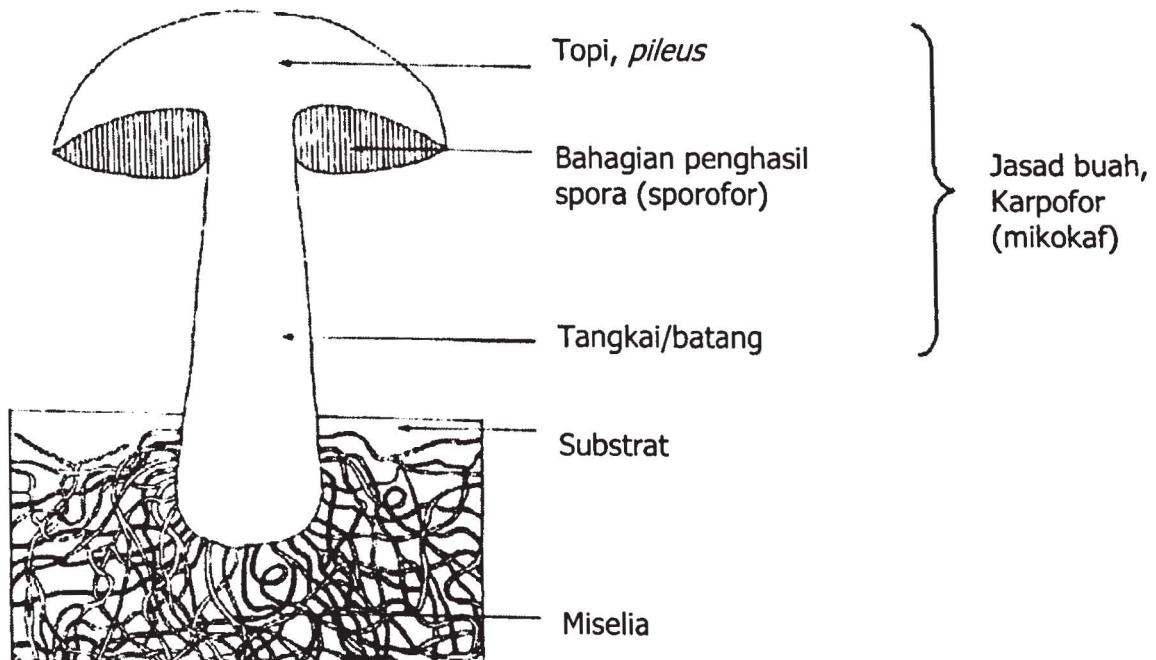
### TINJAUAN LITERATUR

#### 2.1 Makrofungi

Cendawan makrofungi dengan saiz buah jasad yang tersendiri biasanya tergolong dalam kelas *Basidiomycetes* dan juga *Ascomycetes*. Kulat adalah organisma yang sangat diperlukan di dunia kerana ia memainkan peranan penting dalam mengimbangi ekosistem (Mueller dan Bill, 2004). Organisma ini termasuklah makrofungi ataupun biasanya dikenali sebagai cendawan. Justeru itu, cendawan bukan sahaja memainkan peranan penting dalam kehidupan harian manusia sebagai sumber makanan malahan ia berfungsi sebagai nutraceuticals (*nutraceuticals*) yang dapat menawan beberapa jenis penyakit kronik seperti penyakit darah tinggi, barah serta masalah imunologi (Cowan, 2001). Makrofungi mempunyai buah jasad yang cukup besar untuk dilihat oleh mata kasar dan biasanya dijumpai di kawasan hutan atau permukaan kayu yang reput. Ia juga memerlukan kelembapan yang tinggi bagi tujuan tumbesaran. Namun begitu, pertumbuhan cendawan yang pesat bagi setiap kawasan adalah berbeza disebabkan oleh iklim yang berlainan (Arora, 1991). Di Sandakan, kulat *Volvariella volvacea* ini hanya didapati selepas musim hujan diikuti dengan musim panas yang singkat kerana pada masa ini ia tumbuh dengan pesat. Perbezaan utama antara tumbuh-tumbuhan lain dengan kulat adalah ia kekurangan upaya untuk menjalankan fotosintesis (Chang dan Miles, 2004). Oleh itu, kulat bergantung dengan pengambilan tenaga ataupun sumber nutrien daripada bahan-bahan organik, sama ada daripada sumber-sumber yang bukan hidup atau hidup contohnya kayu reput, tumbuhan hidup, sisa tani atau tanah.

Dinding sel kulat adalah berbeza daripada dinding sel tumbuhan kerana komponen utama bagi tumbuhan adalah selulosa dan lignin. Dalam dinding sel kulat,

glukan dan kitin merupakan polisakarida yang utama manakala selulosa cuma ditemui pada dinding kulat yang tergolong dalam kelas *Oomycetes*. Sama seperti kulat yang lain, cendawan dikelaskan sebagai saprophytes kerana tidak mengandungi klorofil yang membolehkannya mensintesiskan makanan. Oleh itu, ia terpaksa memperolehi makanannya menerusi sumber luar. Jasad cendawan akan menyimpan nutrien serta sebatian penting sehingga pada keadaan yang sesuai, ia mula berkembang dan menghasilkan cendawan menerusi pembentukan jasad berbuah (*fruit-body*). Terminologi asas yang digunakan untuk menggambarkan jasad berbuah cendawan ditunjukkan dalam Rajah 2.1. Badan hidup kulat adalah miselium yang terdiri daripada rangkaian filamen kecil yang dikenali sebagai hifa. Saiz miselium boleh sama dengan seekor semut, atau ia boleh menjalar sehingga mampu menutup tanah seluas satu ekar. Sementara itu, hifa bercabang boleh menambah lebih setengah batu (1 km) panjang jumlah untuk miselium setiap hari. Dalam keadaan liar, miselium tidak mudah dikesan sehingga ia tumbuh untuk membentuk buah cendawan yang mempunyai pelbagai jenis bentuk.



Rajah 2.1 Lakaran cendawan beserta istilah mikologi.

Sumber: Kalac, 2009.

### **2.1.1 Nilai pasaran dan kepentingan cendawan**

Cendawan telah mendapat perhatian dari pengguna sejak turun-temurun. Secara amnya, ia dimakan bagi tujuan penambah baik perisa sesuatu makanan. Namun, penggunaan cendawan jenis ditanam terhad kepada golongan masyarakat yang mewah pada zaman dahulu (Moss dan Mitchel, 1994). Sebagai contoh, di ibu negara Mexico, cendawan yang boleh dimakan dianggap mahal, dan hanya mampu dimakan oleh golongan mewah dan berada di restoran tertentu (Leana, 1993). Sementara itu, penggunaan cendawan adalah dianggap sumber protein dan nutrisi yang paling murah bagi sesetengah golongan masyarakat yang mempunyai tahap ekonomi yang rendah, terutamanya di Asia Tenggara, Jepun ataupun kawasan Mesoamerika (Mary dan Ignacio, 1997). Ini jelas menunjukkan bahawa penggunaan cendawan sebagai sumber makanan telah menjadi satu budaya di kalangan penduduk merata-rata dunia.

Kini, pengeluaran cendawan dunia telah meningkat secara mendadak yang mana jumlah pengeluarannya adalah sebanyak 6.34 juta tan metrik pada 1997, dan nilai ini telah meningkat sebanyak lima kali ganda menjadi 12.25 juta tan metrik pada 2002 (Chang dan Buswell, 2008). Dalam pada itu, pasaran cendawan telah bernilai melebihi USD\$45 billion pada 1995 dan China merupakan pengeluar terbesar dunia.

Di kebanyakan negara, penggunaan cendawan putih telah lama diamalkan dari turun-temurun. Negara-negara yang mempunyai pengguna utama cendawan segar tidak bergantung kepada import asing untuk memenuhi permintaan; manakala negara yang mana masyarakatnya banyak menggunakan cendawan dalam tin telah import dari negara-negara di Asia di mana kos pengeluaran, terutamanya komponen buruh, adalah rendah (Beuchat, 1987). Menurut kaji selidik yang dijalankan oleh Edwards (1976), Jerman mempunyai penggunaan per kapita terbesar di dunia dan *Pleurotus spp.* serta *Volvariella volvacea* biasanya akan dihasilkan untuk penggunaan penduduk tempatan, dan ia dikeringkan melalui pengeringan semulajadi untuk tujuan penyimpanan. Terdapat eksport terhad *Volvariella* dalam tin dari Taiwan (Beuchat, 1987). Di Jepun, purata penggunaan cendawan dikatakan kira-kira 3 auns (85 g) setiap orang setiap hari (Lincoff, 2010). Sebaliknya, penggunaan per kapita cendawan di Amerika Syarikat ialah 4 paun (1.8 kg) setiap tahun, sama seperti purata orang Jepun yang memakan cendawan dalam mengambil masa tiga hari.

Namun demikian, pasaran cendawan khasnya jenis *Volvariella volvacea* di Sandakan amatlah kurang. Fenomena ini berlaku kerana kurangnya pengeluaran cendawan disebabkan oleh kebergantungan penghasilannya adalah berdasarkan sumber yang tidak konsisten. Tambahan pula, cendawan ini bergantung pada keadaan cuaca dan ketersediaan media pertumbuhan iaitu TBKSK. Oleh kerana cendawan mampu menukar sisa pertanian kepada sumber makanan, ia akan degradasi bahan mentah ini dalam masa yang singkat iaitu 7-14 hari. Selepas itu, cendawan ini tidak akan didapati kerana tiada sumber nutrien yang boleh digunakan memandangkan TBKSK sudah habis didegradasi. Dalam pada itu, TBKSK yang baru keluar dari kilang dan dibuang tidak akan ditumbuh cendawan pada masa pembuangannya. Keadaan ini menyebabkan pengambilan cendawan adalah mustahil dalam masa terdekat selepas pembuangan dan penghasilan cendawan akan terhenti buat sementara waktu. Oleh yang demikian, pasaran cendawan ini hanya dibuat secara kecil-kecilan di pasar kerana ketersediaannya yang amat terhad.

Cendawan merupakan salah satu komoditi yang penting di seluruh dunia, yang mana pengeluarannya telah meningkat secara mendadak. Walaubagaimanapun pemahaman yang menyeluruh tentang penggunaannya belum dipraktikkan sepenuhnya oleh manusia. Kebelakangan ini, usaha utama dalam penanaman cendawan yang boleh dimakan telah diberi tumpuan kepada perkembangan teknologi dan kajian (Van, 2000). Pendekatan ini telah membawa kepada peningkatan yang ketara dalam pengeluaran dunia cendawan yang boleh dimakan, yang telah dianggarkan kira-kira 4.9 juta tan metrik (Chang, 1999). Kini, pengeluaran cendawan komersil telah dianggarkan menjadi 38.70 tan metrik setahun, termasuk Champignon (*Agaricus*: 94.3%), cendawan tiram (*Pleurotus*: 5.6%), dan shiitake (*Lentinula*: 0.04%) (Martínez, 2000). Nilai ekonomi hasil dari penanaman cendawan telah mencapai sekitar 100 juta dolar pada tahun 2002, dan sudah terdapat kira-kira 20,000 pekerja yang ditujukan secara langsung atau tidak langsung dengan aktiviti ini (Carrera, 2002). Dengan demikian, penanaman cendawan telah meluas kerana pengetahuan yang meningkat dari segi teknologi penanaman.

### **2.1.2 Cendawan jenis boleh makan dan jenis beracun**

Sesetengah cendawan boleh dimakan, tetapi yang lain adalah beracun, sehingga boleh menyebabkan kematian (Jordan, 2007). Terdapat beberapa orang mendakwa bahawa

mereka dapat membezakan cendawan yang boleh dimakan daripada yang beracun. Contoh ujian pengenalpastian yang mudah ialah seperti penghitaman garpu perak atau duit syiling perak yang diletakkan di dalam periuk di mana kulat dimasak, atau melihat penampilan kulat tersebut dan pengenalpastian boleh dilakukan dengan melihat batang, tekstur, atau musim pertumbuhan kulat tersebut (Christensen, 1981). Beberapa jenis cendawan diketahui boleh dimakan kerana tiada sebarang rekod sampingan atau kematian yang dilaporkan setelah orang telah memakannya, dan lain-lain dikenali sebagai beracun kerana apabila dimakan ia telah menyebabkan penyakit.

Penanaman cendawan jenis boleh makan amat sukar dilakukan di luar habitat semula jadinya, oleh itu, kebanyakannya masih bergantung kepada sumber dari alam semula jadi untuk memenuhi permintaan pelanggan (Leibenstein, 1986). Kulat liar yang boleh dimakan memberikankan dua faedah utama kepada orang ramai iaitu bertindak sebagai sumber makanan dan sumber pendapatan. Walau bagaimanapun, kesedaran tentang kulat liar yang boleh dimakan dan kepentingannya masih lemah (Boa, 2004). *Volvariella* adalah kulat liar jenis boleh makan (*wild edible mushroom*) yang terkenal di Mexico (Mary dan Ignacio, 1997). Di Asia, ia ditanam di bawah keadaan terkawal dan di kawasan terlindung. Disebabkan ciri-ciri ini, ia dianggap sebagai cendawan alternatif bagi penanaman di kawasan tropika Mexico. Guzman *et al.* (1993) melaporkan bahawa cendawan ini boleh ditanam di atas hempas nanas, palpa kopi, dan substrat lain.

Menurut Menser (1997), keracunan cendawan yang boleh mengakibatkan maut adalah kerana kumpulan amatoxins dan phallotoxins yang terdapat dalam spesies tertentu seperti *Amanita*, *Galerina*, dan *Conocybe*. Spesies beracun daripada cendawan jenis *Amanita* mengandungi amatoxins, dengan majoriti kandungan pallotoxins. Spesies *Galerina* mengandungi amatoxins, yang juga terdapat pada cendawan spesies *Conocybe*. Kadar kematian bagi orang-orang yang telah diakibatkan oleh spesies cendawan beracun adalah kira-kira 50% pada masa ini. Hanya sedikit kemajuan dalam mendapatkan penawar yang benar-benar berkesan atau terapi, dan kajian eksperimen bertemu dengan sedikit kejayaan yang tidak memberangsangkan. Apabila gejala-gejala berlaku, rawatan yang diberikan kebanyakannya membantu, namun potensi untuk pemulihan tidak diketahui akibat tindak balas individu terhadap dos yang diambil gagal dikenalpasti.

## RUJUKAN

- Abdurrahman, D., Hilal, A. and Abdunnasir, Y. 2008. Yield performances and nutritional contents of three oyster mushroom species cultivated on wheat stalk. *African Journal of Biotechnology*, **7(19)**: 3497-3501
- Adejumo, T. O. and Awesanya, O. B. 2005. Proximate and mineral composition of four edible mushroom species from South Western Nigeria. *African Journal Biotechnology* **4**: 1084-1088.
- Ajala, L. 2009. The effect of boiling on the nutrient and anti-nutrient in two non-conventional vegetables. *Pakistan Journal Nutrition*, **8**: 1430-1433.
- Alais, C. and Linden, G. 1999. *Food Biochemistry*, 2<sup>nd</sup> ed. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, p125-129.
- Alam, N., Amin, R. and Khan, A. 2009. Comparative Effects of Oyster Mushrooms on Lipid Profile, Liver and Kidney Function in Hypercholesterolemic Rats. *Mycobiology* **37(1)**: 37-42.
- Alan, B., Arleen, B. R. and Fischer, D. W. 1997. *Mushrooms of Northeastern North America*. Hong Kong: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data
- Alan, B. and Arleen, B. R. 2006. *Common Edible and Poisonous Mushrooms of New York*. New York: Syracuse University Press
- Alan, B. E., Roody, W. C., Arleen, B. R. and Dunaway, D. L. 2007. *Mushrooms of the Southeastern United States*. New York: Syracuse University Press
- Alan, G. L. 2007. *The Genesis of Germs: The Origin of Diseases and the Coming plagues*. United States of America: Master Books, Inc
- Anderson, J. W. and Ward, K. 1979. High-carbohydrate high-fibre diets for insulin-treated men with diabetes mellitus. *American Journal Clinic Nutrition*. **32**: 2312-2321
- Anonymuos. 2010. Amount of calories per day. Diet health Club. <http://www.diethealthclub.com/askquestion/14/amount-of-calories-day-calorie-intake-for-male-ret.html>. Access on 11 December 2012
- Anthony, M. M. and Joyce, C. 2007. Proximate and nutrient composition of three types of indigenous edible wild mushrooms grown in Tanzania and their utilization prospects. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, **7(6)**: 1684-5374
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*, 16th ed. Arlington VA, USA. Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis* -17th ed. Association of Official Analytical Chemist, Maryland.
- Aremu, M .O., Basu, S. K., Toma, G. A. and Olowoniyi, F. D. 2008. Evaluation of the nutritional value of three types of edible mushrooms found in Nasarawa State, Nigeria. *Bangladesh J. Programme Scence Technology*. **6(2)**: 305-308.

- Aremu, M. O., Basu, S. K., Gyar, S. D., Goyal, A., Bhowmik, P. K. and Datta, B. S. 2009. Proximate Composition and Functional Properties of Mushroom Flours from Ganoderma spp., Omphalatus olearius (DC.) Sing. And Heleboma mesophaeum (Pers.) Quel. Used in Nasawara State, Nigeria. *Mal Journal Nutrition*, **15(2)**: 233-241
- Aristoy, M. C. and Toldra, F. 2004. Amino Acids. In Nollet, L.M.L. (eds.). *Handbook of Food Analysis*. New York: Marcel Dekker Inc. pp 83-111.
- Arora, D. 1991. All that the Rain Promises and More. A hip pocket guide to Western Mushroom. Ten Speed Press, pp: 261.
- Audrey, M., Audia, B. and Olive-Jean, B. 2004. Effect of processing on nutrient content of foods. *Food Safety* **3(37)**:160-164
- Bano, Z. and Rajarathnam, S. 1986. Vitamin values in *Pleurotus* mushrooms. *Quality of Plant Foods for Human Nutrition*, **36**: 11-15.
- Barros, L., Baptista, P. and Ferreira. 2007. Effect of *Lactarius piperatus* fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays. *Food Chemistry Toxicology*, **45**: 1731-1737
- Barros, L., Ferreira, M. J., Queirós, B., Ferreira, I.C.F.R., and Baptista, P. 2007. Total phenols, ascorbic acid, (-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, **103**: 413-419
- Barros, L., Telma, C., Baptista, P., Leticia, M., Isabel, E., and Ferreira, C.F.R.. 2008. Wild and Commercial Mushrooms as Source of Nutrients and Nutraceutical. *Food and Chemical Toxicology* **46(8)**: 2742-2747
- Bauer-Petrovska, B. 2001. Protein fraction in Edible Macedonian Mushrooms. *European Food Research and Technology*. **212**: 469-472
- Belewu, M.A. and Banjo, N.O. 2000. Pre-treatment of Sawdust and Cotton waste by White rot fungi (*Pleurotus sajor-caju*). Proceedings of the 26th Annual Conference of NSAP. pp. 159 -160.
- Bello, M. O., Falade, O. S., Adewusi, S. R. and Olawore, N. O. 2008. Studies on the chemical compositions and antinutrients of lesser known Nigerian fruits. *African Journal Biotechnology* **7**: 3972-3979.
- Beuchat, L. R. 1987. *Food and Beverage Mycology*. New York: Van Nostrand Reinhold
- Beyer, D. 2005. Spent mushroom substrate (SMS) research in the US. *American Medical Group Association Journal, Summer Issue*, 31-32.
- Boa, E. R. 2004. Wild Edible Fungi: A global overview of their use and importance to people. Rome: Viale delle Terme di Caracala
- Carrera, M. D. 2002. Current development of mushroom biotechnology in Latin America. *Micologia Aplicada International* , **14**: 61-74.
- Chang, S. T. 1991. Mushroom biology and mushroom production. *Mushroom Journal Topics*, **11(3-4)**: 45-52.
- Chang, S. T., Buswell J. A. and Chiu S. W. 1993. *Mushroom Biology and Mushroom Products*. Hong Kong: Chinese University Press

- Chang, S. T. and Buswell, J. A. 1996. Mushroom Nutriceuticals. *World Journal Microbiology Biotechnology*, **12**: 473-476.
- Chang, S. T. 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: nongreen revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **1**: 1-7.
- Chang, S. T. and Miles, P. G. 2004. *Mushrooms-Cultivation, National Value, Medicinal effect and Environmental impact*. Second edition.CRC Press. pp. 2-4.
- Chang, Y. S. and Lee, S. S. 2004. Utilisation of Macrofungi Species in Malaysia. *Fungal Diversity*, **15**: 15-22.
- Chang, S. T. and Buswell, J. A. 2008. Medicinal mushrooms—A prominent source of nutriceuticals for the 21st century. *Current Topics in Nutraceutical Research* **1**:257–280.
- Cheung, P. C. K. 1996. Dietary Fiber Content and Compositin of Some Cultivated Edible Mushroom Fruting Bodies and Mycelia. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, **73**: 255-260.
- Cheung, P. C. K. 1997. Chemical evaluation of some lesser-known edible mushroom mycelia produced in submerged culture from soymilk waste. *Food Chemistry*, **60**:61–65
- Cheung, L. M., Cheung P. C. K. and Ooi V. E. C. 2003. Antioxidant Activity and Total Phenolic of Edible Mushroom Extracts. *Food Chemistry*, **81**: 249-255
- Cho, E. J., Oh, J. Y., Chang, H. Y., and Yun, J.W. 2006. Production of exopolysaccharidesby submerged mycelial culture of a mushroom *Tremella fuciformis*. *Journal of Biotechnology*, **127**: 129–140.
- Chong, K. S., Yee, C. F., Shya, L. J. and Atong, M. 2007. Nutritional Properties of Some Edible Wild Mushrooms in Sabah. *Journal of Applied Science* **7(15)**: 2216-2221
- Christensen, C. M. 1981. *Edible Mushrooms*. United States of America: University of Minnesota Press
- Chukwu, T. 2000. *Anti-nutritional factors in some selected indigenous species*. Unpublished project. Department of Biochemistry, ABSU, Uturu. Pp 4-5.
- Cowan, A. 2001. *Fungi-Life support for ecosystems*. Essential ARB4, pp. 1-5.
- Crisan, E. V. and Sands, A. 1978. Nutritional value, in The Biology and Cultivation of Edible Mushroom. Academic Press, New York pp 137-168
- Diéz, V. A. and Alvarez A. 2001. Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. *Food Chemistry*, **75**: 417–422
- Edwards. 1976. Mushroom Consumption in kilograms of *Agaricus brunescens* per Capita, Tesis, Univ. Auton. Chapingo, Mexico. 55 pp
- Egwim, E. C., Elem, R. C. and Egwuche, R. U. 2011. Proximate composition, phytochemical screening and antioxidant activity of ten selected wild edible Nigerian mushrooms. *American Journal of Food and Nutrition*, **1(2)**: 89-94

- El-Mekkawy S., Meselhy, M. R. and Nakamura, N. 1998. Anti-HIV-1 and anti-HIV-1-Protease Substances from *Ganoderma lucidum*. *Phytochemistry* **49(6)**: 1651-7.
- Fang, Y.Z., Yang, S. and Wu G. 2002. Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*, **18**:872-879
- FAO/WHO. 1989. *Protein Quality Evaluation*. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. Food and Nutrition Paper No. 51. Food and Agricultural Organizations and the World Health Organization. Rome
- FAO/WHO. 2003. Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO technical Report Series 916, Geneva
- Fasidi, I. O. and Kadiri, M. 1990. Changes in nutritional content of two Nigerian mushrooms (*T.robustus* and *L. subnudus*) during sporophore development. *Die Nahrung*, **34**: 415-420.
- Fraga, C. G., Shigenaga, M. K., Park, J. W., Degan, P. and Ames, B. N. 1990. Oxidative damage to DNA during aging 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine in rat organ DNA and urine. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **87**:4533-4537
- Ginterova, A. and Maxianova, A. 1975. The balance of Nitrogen and the composition of proteins in *Pleurotus ostreatus* grown on natural substrates. *Foha Microbial*, **20**: 246-250.
- Greg, M. A. 2009. Mushrooms for health- Medicinal Secrets of Northeastern fungi. Library of Congress Cataloging: Versa press, E. Peoria. III
- Gu, L. and Weng, X. 2001. Antioxidant activity and components of *Salvia plebeia* R. Br.—a Chinese herb. *Food Chemistry* **73**:299-305
- Guillamon, E., García-L. A., Lozano, M. D'Arrigo, M. , Rostagno, M. A. , Villares, A. and Martínez, J.A. 2010. *Edible mushrooms*: role in the prevention of cardiovascular diseases Fitoterapia, pp. 715-723
- Guzman, L., Mata, G., Salmones, D. and Soto-Velazco, C. 1993. *El cultivo de los hongos comestibles, con especial atencion a species tropicales y subtropicales en esquilmos y residues agro-industriales*. Instituto Politecnico Nacional, Mexico.
- Hassan, S. W., Umar, R. A., Matazu, I. K., Maishanu, H. M. Abbas, A. Y. and Sani, A. A. 2007. The effect of drying method on the nutrients and non-nutrient composition of leaves of *Leptadenia hastate* (Asclepiadaceae). *Asian Journal Biochemistry*, **2**: 188-192.
- Haworth, D. L. 2001. Mushrooms: the extent of the unexplored potential. *International Journal Medicine Mushrooms*, **3**: 333-337
- Heleno, S. A., Barros, L., Sousa, M. J. and Martins, A. 2010. Ferreira Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms with antioxidant capacity. *Food Chemistry* **119**:1443-1450
- Hobbs, C. 1995. *Medicinal Mushrooms*. Loveland: Interweave Press Co
- Holzer, S. 2010. *Permaculture: A Practical Guide to Small Scale, Intergenerative Farming and Gardening*. US: The Sustainability centre, east Meon, Hampshire

- Hung, P. V. and Nhi, N. N. Y. 2012. Nutritional Composition and Antioxidant Capacity of Several Edible Mushrooms Grown in the Southern Vietnam. *International Food Research Journal*, **19(2)**: 611-613.
- Imaobong, U. and Bassey, E. 2012. Effects of Heating Temperature and Time on the nutrients and Antinutrients Composition of *Telfairia occidentalis* (Hook F.). *International Journal of Modern Chemistry*, **3(1)**: 14-22
- Imran, U. H. 2009. *Biology and Molecular Characterization of Volvariella spp.* University of Agriculture Faisalabad
- Ishikawa, Y., Morimoto, K. and Hamasaki, T. 1984. Flavoglauclin, a metabolite of *Eurotium chevalieri*, its antioxidation and synergism with tocopherol. *Journal of American Oil Chemists' Society* 61:1864-1868
- Janos, V. 2003. Chemical composition of fresh and conserved *Agaricus Bisporus* mushroom. *Europe Food Respiration Technology*, **217**: 10-12
- Jeng-Leun, M., Hsiu-Ching L. and Chin-chu C. 2001. Non-volatile components of several medicinal mushrooms. *Food Research International*, **34(6)**: 521-526
- Jonathan, G., Adetolu, A., Ikpebivie, O., and Donbebe, W. 2006. Nutritive value of common wild edible mushrooms from southern Nigeria. *Global J. Biotechnology Biochemistry*, **1(1)**: 16-21.
- Jordan, P. 2007. *Field Guide to edible Mushrooms of Britain and Europe*. UK: New Holland Publishers
- Kalac, P. 2009. Chemical Composition and Nutritional Value of European Species of Wild Growing Mushrooms: A Review. *Food Chemistry* **113**: 9-16
- Kaul, T. N. 2001. *Biology and Conservation of mushrooms*. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd
- Kavishree, S., Hemavathy, J., Lokesh, B. R., Shashirekha, M. N. and Rajarathnam, S. 2008. Fat and fatty acids of Indian Edible Mushrooms. *Food Chemistry* **106**: 597-602.
- Kim, H., Kacew, S. and Lee, B. 1999. In vitro Chemopreventive Effects of Plant Polysaccharides (*Aloe barbadensis miller*, *Lentinus edodes*, *Ganoderma lucidum* and *Coriolus versicolor*). *Carcinogenesis* **20(8)**: 1637-40
- Kim, D. H., Yang, B. K., Jeong, S. C., Hur, N. J., Das, S., Yun, J. W., Choi, J. W., Lee, Y. S. and Song, C. H. 2001. A preliminary study on the hypoglycemic effect of the exo-polymers produced by five different medicinal mushrooms. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, **11**: 167-171.
- Kim, G. Y., Choi, G. S., Lee, S. H., and Park, Y. M. 2004. Acidic polysaccharide isolated from *Phellinus linteus* enhances through the up-regulation of nitric oxide and tumor necrosis factor-alpha from peritoneal macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*, **95**: 69-76.
- Ladan, D. B. 1997. Effects of heat processing on nutrients. In: *Nutritional Evaluation of Food Processing*, pp., 205-230.

- Leana, A. J. K. 1993. Estudio de factibilidad tecnico economic para producir setas comestibles *Pelurotus Ostreatus*. Tesis. Univ. Auton. Chapingo, Mexico. 45 pp
- Lee, H., Song, M. and Hwang, S. 2003. Optimizing bioconversion of deproteinated cheese whey to mycelia of *Ganoderma lucidum*. *Process Biochemistry* **38**: 1685-1693
- Leibenstein, M. 1986. *The edible mushroom: a gourmet cook's guide*. New York: Fawcett Columbine.
- Li, G. S. F. and Chang, S. T. 1982. The nucleic acid content of some edible mushrooms. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* **15**:237-240.
- Lincoff, G. and Mitchell, D. H. 1977. *Toxic and hallucinogenic mushroom poisoning- A handbook for physicians and mushroom hunters*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold Co
- Lincoff G. 2010. *The Complete Mushroom Hunter : An Illustrated Guide to Finding, Harvesting, and Enjoying Wild Mushroom*. New York: Quarry Books
- Lindequist, U., Niedermeyer, H. J. and Julich, W. D. 2005. Review: The Pharmacological Potential of Mushrooms. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, **2(3)**: 285-299.
- Martínez, C. D. 2000. Mushroom biotechnology in tropical America. *International Journal of Mushroom Sciences* **3**:9-20.
- Mary, E. P. and Ignacio, H. C. 1997. *Mycology in Sustainable Development*. California: Parkway Publishers
- Mattila, O., Konko, K., Eurola, M., Pihlava, J., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen, M., and Piironen, V. 2001. Contents of Vitamins, Mineral Elements, and Some Phenolic Compounds in Cultivated Mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **49**: 2343-2348.
- Mattila, P., Salo-Vaananen, P., Konko, K., Aro, H. and Jalava, T. 2002. Basic Composition and Amino Acid Contents of Mushrooms Cultivated in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **50**: 6419-6422.
- Mau, J. L., Lin, H. C. and Chen, C. C. 2001. Non-volatile components of several medicinal mushrooms. *Food Res. International* **34**:521-526
- Menser, G. P. 1997. *Hallucinogenic and Poisonous Mushroom Field Guide*. USA: Ronin Publishing, Inc
- Miles, P. G. and Chang, S. T. 1997. *Mushroom biology-Concise basics and Current Developments*. USA: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Mizuno, T., Saito, H., Nishitoba, T., and Kawagishi, H. 1995. Antitumour-active substances from mushrooms. *Food Review International*, **1**: 105-119
- Mizuno, T. 1999. The extraction and development of antitumor-active polysaccharides from medicinal mushrooms in Japan. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **1**:9-30.

- Moore, D., and Chi, S.W. 2005. Fungi products as food (eds) pointing, S.B and Hyde, K.O. In *Bio-Exploration of filamentous fungi. Fungi Diversity Res. Lenis*, **6**: 223-251.
- Morris, A., Barnet, A. and Burrow, O. 2004. Effect of processing on nutrient content of foods. *Cajaticles* **37**: 160-164.
- Moss, S. and Mitchell D. 1994. Market analysis of the mushroom industry. *Mushroom news* 42/10:8-23
- Mrinmoy, D., Narendra, S. P. and Daschaudhuri, D. 2008. *Climate Change and Food Security*. India: New India Publishing Agency
- Mueller, G. M. and Bills, G. F. 2004. Introduction. In: Mueller GM, Bills GF & Foster MS (eds). *Biodiversity of Fungi Inventory and Monitoring Method*. Elsevier Academic Press, San Diego, pp 1-4
- Nielsen, S. S. 2002. *Introduction to the Chemical Analysis of Food*, 1st ed. CBC Publishers: New Delhi, India
- Noble, R. 2005. Spent mushroom substrate—An alternative use. *American Medical Group Association Journal, Summer*, 33–35.
- Oei, P. 1991. Manual on mushroom cultivation. Techniques and opportunity for commercial applications in developing countries. CTA. 21-26
- Okoro, I. O. and Achuba, F. I. 2012. Proximate and mineral analysis of some wild edible mushrooms. *African Journal of Biotechnology*. **11(30)**: 7720-7724
- Ola, F. L. and Oboh, G. 2001. Nutrient distribution and zinc bioavailability. Estimation in some tropical edible mushrooms. *Nahrung* **45**: 67-68
- Onyeike, E. N., Akaninwor, J. O. and Ifemeje, J. C. 2008. Effect of heat processing on the proximate composition and energy values of selected Nigerian staple foods from oil producing areas of the Niger Delta. *Biokemistri*, **20**: 1-9.
- Ouzouni, P. K., Koller, W. D., Badeka, A. V., and Riganakos, K. A. 2009a. Volatile Compounds from the Fruiting Bodies of Three Hygrophorus Mushrooms Species from Northern Greece. *International Journal of Food Science and Technology*. **44**: 854-859.
- Ouzouni, P. K., Petridis, D., Koller, W. D., and Riganakos, K. A. 2009b. Nutritional Value and Metal Content of Wild Edible Mushrooms Collected from West Macedonia and Epirus, Greece. *Food Chemistry*. **115**: 1575-1580.
- Pai, S. H., Jong S. C. and Lo, D. W. 1990. Uses of mushrooms. *Bioindustry* **1**:126-131.
- Purkayastha, R. P., Biswas S. and Das A. K. 1981. Factors affecting productivity of paddy straw mushroom *Volvariella volvacea*. *India Journal of Mushroom*, **7 (1&2)**:26-29.
- Rajarathnam, S. and Shashirekha, M. N. 2004. Use of Wild Mushrooms. In Caballero, B., Trugo, L. C., dan Finglas, P. M. (eds.). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. (2<sup>nd</sup> edition). United Kingdom: Elsevier Science, pp 4040-4048.

- Reis, Filipa, S., Barros, L., Martins, A. and Ferreira, I. C. F. R. 2011. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology* **50**:191-197
- Reshetnikov, S. V., Wasser, S. P. and Tan, K. K. 2001. Higher Basidiomycota as a source of antitumor and immunostimulating polysaccharides (Review), *International Journal Medicines of Mushrooms*, **3**: 361-394
- Ribeiro, B., Pinho, P. G., Andrade, P. B., Baptista, P. and Valentao, P. 2009. Fatty Acid Composition of Wild Edible Mushrooms Species: A Comparative Study. *Microchemical Journal* **93**: 29-35.
- Robinson, A. 2011. Fried mushrooms nutritional values. Available at <http://www.livestrong.com/article/112536-fried-mushrooms-nutritional-values/>. Accessed on 10.05.2012.
- Sadiq, S., Haq, N. B. and Muhammad, A. H. 2008. Studies on Chemical Composition and Nutritive Evaluation of Wild Edible Mushrooms. *Iran Journal Chem. Eng.*, **27(3)**: 151-154
- Singh, R. and Singh, U. C. 2011. *Modern Mushroom Cultivation*. Jodphur: Agrobios India
- Sohi, H. S. 1988. Mushroom culture in India – Recent research findings. *Indian Phytopath.* **(41)**: 313-326.
- Stamets, P. 1993. *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. Berkeley: Ten Speed Press
- Stamets, P. 1995. *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. Berkeley: Ten Speed Press
- Stamets, P. 2005. *Mycelium Running: How Mushroom Can Help Save the World*. Berkeley, CA: Ten Speed, p. 574.
- Sun, J., He., H. and Xie, B. J., 2004. Novel antioxidant peptides from fermented mushroom Ganoderma lucidum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **52(21)**: 6646-6652.
- Tsai, S., Wu, H., Huang, S. and Mau, J. L. 2007. Nonvolatile Taste Components of *Agaricus bisporus* Harvested at Different Stages of Maturity. *Food Chemistry*. **103**: 1457-1464.
- Van, G. 2000. *Science and cultivation of edible fungi (1-2)*. Rotterdam: A. A. Balkema Publishers.
- Vaz, J. A., Heleno, S. A., Martins A., Almeida, G. M., Vasconcelos, M. H. and Ferreira I.C.F.R. 2010. Wild mushrooms *Clitocybe alexandri* and *Lepista inversa*: *in vitro* antioxidant activity and growth inhibition of human tumour cell lines. *Food Chemistry Toxicology* **(48)**: 2881–2884
- Weisburger, J. H. 1999. Mechanisms of action of antioxidants as exemplified in vegetables, tomatoes, and tea. *Food and Chemical Toxicology* **37**:943–948

Whitfield, J., Robert, R. H. and Thomas, J. L. 1990. *Poisonous Plants and Venomous Animals of Alabama and Adjoining States*. US of America: The University of Alabama Press

Wiley, J. A. 2008. *Musrooms as Functional Food*. Wiley and Sons, Inc: New Jersey

Yang, B. K., Jeong, S. C., Park, J. B., Cho, S. P., Lee, S. D., Yun, J. W., Lim, W. J., and Song, C. H. 2001. Swimming endurance capacity of mice after administration of exo-polymer produced from submerged mycelia culture of *Ganoderma lucidum*. *Journal Microbiology Biotechnology*, **11**: 902-905

Yilmaz, N., Solmaz, M., Turkekul, I. and Elmastas, M. 2006. Fatty Acid Composition in some Wild Edible Mushrooms Growing in the Middle Black Sea Region of Turkey, *Food Chemistry*, **99**.

Zadrazil, F. 1993. Conversion of lignocellulosic wastes into animal feed with white fungi. Proceedings of the International conference of Mushroom Biology. pp. 151-161.168.

Zhao, Y. H., Li, B. F., Dong, S. Y., Liu, Z. Y., Zhao, X., Wang, J. F. and Zheng, M. Y., 2009. A novel ACE inhibitory peptide isolated from *Acaudina molpadioidea* hydrolysate. *Peptides*, **30(6)**: 1028-1033.

Zoberi, M. H. 1985. Some edible mushroom from Nigeria. *The Nigeria field*, **38**; 81-89.