

Penyaringan Aktiviti Biologi Pelbagai Ekstrak dan Polisakarida Cendawan *Amauroderma* sp. dari Taman Negeri Royal Belum

(Bioactivity Screening of Various Extracts and Polysaccharide of Local
Mushroom *Amauroderma* sp. from Royal Belum State Park)

ENDOM ISMAIL*, FATIMAH DIANA AMIN NORDIN, FAUZI DAUD, MAT RASOL AWANG & NAZLINA IBRAHIM

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk melakukan penyaringan pelbagai aktiviti biologi menggunakan ekstrak akues rebusan air, ekstrak metanol larut air, ekstrak etanol, ekstrak metanol dan polisakarida miselium cendawan *Amauroderma* sp. yang diperoleh dari Taman Negeri Royal Belum. Ujian antikanser, antivirus, antibakteria dan antioksidan digunakan dalam penyaringan ini. Ujian antikanser dijalankan ke atas sel kanser ovari (CaOV-3) dan sel normal hati Chang dengan tamoxifen digunakan sebagai kawalan. Kesemua nilai IC_{50} yang diperoleh menunjukkan nilai yang tinggi ($400 \pm 3.6 - 3950 \pm 0.005 \mu\text{g/mL}$). Sementara itu, kajian awal penyaringan aktiviti antivirus dimulakan dengan ujian sitotoksiti ekstrak terhadap sel Vero. Didapati hanya ekstrak rebusan air dan etanol memberi nilai CC_{50} masing-masing pada kepekatan 6.4 ± 0.3 dan $7.9 \pm 1.28 \text{ mg/mL}$. Seterusnya, ujian antivirus menggunakan virus Herpes Simpleks Jenis 1 (HSV-1) yang menjangkiti sel Vero dilakukan dengan dua kaedah iaitu pra-rawat dan pos-rawat. Ekstrak menunjukkan aktiviti yang tidak ketara terhadap HSV-1 bagi kedua-dua kaedah ini. Penyaringan aktiviti antibakteria dilakukan ke atas beberapa jenis bakteria gram negatif dan positif dengan satu siri kepekatan ekstrak; 10, 5, 2.5, 1.25 dan 0.625 mg/mL. Kesemua ekstrak tidak menunjukkan aktiviti antibakteria berdasarkan ketiadaan sebarang zon perencatan dalam kesemua piring petri. Walau bagaimanapun, penyaringan antioksidan menunjukkan kadar peratusan penyingkiran radikal bebas yang tinggi terutamanya ekstrak etanol iaitu 93.6%. Ini diikuti oleh ekstrak rebusan air (92.65%), metanol (88.83%) serta polisakarida (85.75%). Memandangkan kesemua ekstrak tidak menunjukkan kehadiran aktiviti sitotoksik, antivirus dan antibakteria, tetapi mempunyai aktiviti antioksidan yang signifikan, maka bolehlah disimpulkan bahawa pelbagai ekstrak *Amauroderma* sp. sangat berpotensi secara khusus sebagai komponen nutrisi bersifat antioksidatif.

Kata kunci: *Amauroderma* sp.; antibakteria; antioksidan; antivirus; sitotoksiti

ABSTRACT

This study aimed to screen for various biological activities using aqueous extract, methanol: water extract, ethanol extract, methanol extract and polysaccharide from mycelium of *Amauroderma* sp. obtained from Royal Belum State Park. Anticancer, antiviral, antibacterial and antioxidant tests were used in this screening. Anticancer test were done using human ovarian cell line (CaOV-3) and Chang's normal liver cells with tamoxifen as a control. All IC_{50} values obtained in this test is high ($400 \pm 3.6 - 3950 \pm 0.005 \mu\text{g/mL}$). Meanwhile, early cytotoxic screening for antiviral test were done using Vero cell. Only aqueous and ethanol extract gives corresponding CC_{50} value at $6.4 \pm 0.3 \text{ mg/mL}$ and $7.9 \pm 1.28 \text{ mg/mL}$. Later on, antiviral test using Type 1 Herpes simplex virus (HSV-1) infecting Vero cell were conducted with pre and post treatment method. All extracts showed insignificant activity against HSV-1 in these two methods. Antibacterial screening was done using a list of gram negative and positive bacteria using a series of diluted extracts at concentration 10, 5, 2.5, 1.25 and 0.625 mg/mL. All tested extracts did not show any antibacterial activity since growth inhibition zone were absent in all petri dish. However, antioxidant test showed high percentage of oxygen radical exclusion's rate especially by the ethanol extracts i.e. 93.6%. This was followed by aqueous (92.65%), methanol (88.83%) and polysaccharide (85.75%) extracts. Viewing the presence of a significant antioxidative activity with the absence of cytotoxic, antiviral and antibacterial activities for various *Amauroderma* sp. extracts, it can be concluded that these extracts have specific potential as a natural antioxidative components.

Keywords: *Amauroderma* sp.; antibacteria; antioxidant; antiviral; cytotoxicity

PENGENALAN

Hanya 10% spesies cendawan yang diketahui daripada 140000 spesies cendawan di dunia dan daripada ini, cuma 5% sahaja yang pernah dikaji. Ini menunjukkan masih

terdapat 13300 lagi spesies cendawan yang berpotensi memberi manfaat kepada manusia. Menurut Lindequist et al. (2005) pengetahuan dalam bidang etnoperubatan cendawan serta ekologi fungsi tentang penghasilan

metabolit bioaktifnya bagi kegunaan perubatan genetik, farmakologi dan analisis kimia telah menyebabkan cendawan mempunyai potensi yang tinggi sebagai satu bioprospek. Cendawan genus *Amauroderma* tergolong dalam famili Ganodermataceae. Genus lain yang tergolong dalam famili ini adalah *Ganoderma*, *Hoddowia*, *Humphreya* dan *Thermophymatospora* (Kirk et al. 2008). Famili Ganodermataceae, mempunyai ciri basidiospora yang unik dengan dua dinding basidiospora yang biasanya bersifat keras dan berkayu. Menurut kajian Lee et al. (2009), beberapa spesies cendawan *Amauroderma* telah digunakan oleh masyarakat orang asli di Semenanjung Malaysia sebagai bahan makanan dan sumber ubatan. Kajian meluas telah banyak dilakukan terhadap genus *Ganoderma* terutamanya *Ganoderma lucidum*. Ia juga telah dilaporkan mempunyai aktiviti antitumor (Zhao et al. 2010), antivirus, antibakteria (Liu et al. 2004a) dan antioksidan (Saltarelli et al. 2009). Disebabkan kemajuan pesat dalam kajian sebatian semula jadi, pemahaman lanjut mengenai produk semula jadi telah menyebabkan ia berpotensi untuk digunakan dalam bidang perubatan (Wang et al. 2008), sebagai makanan kesihatan (Kujumgiev et al. 1999), bahan penambah perisa dalam makanan (Amakura et al. 2002) dan bahan pestisid semula jadi (Venzon et al. 2005). *G. lucidum* sememangnya terkenal sebagai ubatan herba tradisional sejak tahun 2000 dan merupakan salah satu makanan kesihatan yang banyak dikaji secara saintifik (Wasser 2002).

Kajian ini bertujuan untuk menjalankan penyaringan aktiviti sitotoksiti, antivirus, antibakteria dan antioksidan bagi pelbagai ekstrak *Amauroderma* sp. tempatan yang belum pernah dikaji setakat ini. Kami mengharapkan, seperti *G. lucidum*, spesies tempatan ini akan mempunyai potensi biologi yang boleh dikomersial dan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi kesihatan.

BAHAN DAN KAEDAH

Cendawan *Amauroderma* sp. yang berasal dari Royal Belum ini diperoleh daripada koleksi Dr. Mat Rasol Awang (Agensi Nuklear Malaysia). Miselium *Amauroderma* sp. dikultur di dalam media kultur yang terdiri daripada 50 g/L glukosa : 5 g/L pepton : 5 g/L yis : 1 g/L $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 1 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0.05 g/L vitamin B. Beberapa siri pengekstrakan telah dilakukan bagi memperoleh beberapa ekstrak; ekstrak rebusan air, ekstrak metanol larut air, ekstrak etanol, ekstrak metanol dan sebatian polisakarida (Mat Rasol et al. 1998).

Kajian penyaringan dimulakan dengan ujian sitotoksiti menggunakan kaedah pengasaian MTT bagi menyaring aktiviti sitotoksik. Sel kanser ovari (CaOV-3) dihidupkan di dalam media RPMI 1640 mengandungi L-glutamin (Flowlab), 10% serum anak lembu (Gibco), 2 g natrium bikarbonat (SIGMA-ALDRICH), 1% penisilin/streptomisin 5000 IU/mL (Flowlab), 1% asid amino tidak perlu (Flowlab) pada suhu 37°C dengan 5% CO_2 . Sel kemudiannya dipiring dan dieram selama 24 jam ke dalam piring mikrotiter 96 telaga pada kepekatan 5×10^4

sel/mL bagi setiap telaga. Setelah itu, perlakuan sampel dilakukan dengan memasukkan 20 μL sampel daripada satu siri pencairan berkepekatan akhir 4, 1, 0.25, 0.0625, 0.0156, 0.0039 dan 0.009 mg/mL bagi ekstrak rebusan air, ekstrak metanol larut air, ekstrak etanol dan ekstrak metanol. Manakala bagi sebatian polisakarida pula siri pencairan berkepekatan 400, 1, 0.25, 0.0625, 0.0156, 0.0039 dan 0.009 $\mu\text{g/mL}$ digunakan. Penilaian perlakuan sampel ke atas sel CaOV-3 dilakukan pada tiga jangka masa eraman yang berbeza iaitu 24, 48 dan 72 jam. Selepas tamat tempoh eraman, 20 μL larutan 3-[4,5-dimetiltiazol-2-yl]-2,5-difeniltetrazolium bromide (MTT) berkepekatan 2 mg/mL ditambahkan ke dalam setiap telaga dalam keadaan gelap untuk menentukan sel yang hidup dan dieram semula selama 4 jam. Selepas itu, semua medium yang terkandung di dalam piring mikrotiter dikeluarkan dan ditambah larutan 100% DMSO sebanyak 100 μL . Kemudiannya piring mikrotiter tersebut dibaca dengan mesin pembaca ELISA pada jarak gelombang 540 nm. Nilai IC_{50} (nilai kepekatan perencatan sampel yang diperlukan untuk merencat 50% pertumbuhan sel) ditentukan daripada graf peratusan kemandirian sel melawan kepekatan sampel (Freshney 2006).

Seterusnya kajian penyaringan aktiviti antivirus dilakukan dengan menggunakan kaedah pengasaian MTT terhadap sel Vero pada satu siri pencairan berkepekatan 10, 5, 2.5, 1.25, 0.625, 0.3125 dan 0.15625 mg/mL dalam jangka masa perlakuan selama 24 jam bagi memperoleh nilai CC_{50} (nilai kepekatan ekstrak yang diperlukan untuk membunuh 50% pertumbuhan sel). Sel Vero dihidupkan di dalam media DMEM lengkap. Seterusnya daripada nilai CC_{50} yang diperoleh, ujian aktiviti antivirus dilakukan dengan dua jenis kaedah perawatan iaitu, pra-rawat; sel dan ekstrak dieram selama 24 jam sebelum diinokulat dengan virus, (S+E)+V dan pos-rawat; sel diinokulat dengan virus selama 2 jam sebelum dirawat dengan ekstrak (S+V)+E (Liu et al. 2004b; Su et al. 2008) .

Ujian aktiviti antibakteria dilakukan dengan menggunakan dua bakteria gram positif iaitu *Bacillus subtilis* (Bc) dan *Staphylococcus aureus* (Sa) serta dua bakteria gram negatif iaitu *Escherichia coli* (Ec) dan *Shigella dysenteriae* (Sd). Inokulum bakteria ujian disediakan dengan menginokulat bakteria ujian di dalam kaldu Mueller Hinton (MHB). Sepuluh mikroliter sampel ekstrak dengan satu siri kepekatan akhir sebanyak 10, 5, 2.5, 1.25 dan 0.625 mg/mL diperlakukan. Streptomisin digunakan sebagai kawalan antibiotik terhadap bakteria gram negatif dan penisilin sebagai kawalan antibiotik terhadap bakteria gram positif. Diameter zon perencatan diukur selepas eraman selama 18-24 jam pada suhu 37°C (Roberts 2004).

Pengasaian antioksidan menggunakan kaedah pengasaian DPPH. Kaedah pengasaian ini adalah berprinsipkan kebolehan atom hidrogen atau penderma elektron daripada ekstrak bahan uji yang diukur melalui penurunan warna larutan DPPH. Pengasaian spektrofotometrik ini menggunakan radikal DPPH sebagai reagen. Sebanyak 4 mL larutan pelbagai kepekatan

daripada ekstrak rebusan air, etanol, metanol, polisakarida dan trolox sebagai kawalan kajian ditambah ke dalam 1 mL larutan DPPH dan seterusnya dieram selama 30 min pada suhu bilik. Kepekatan ekstrak yang digunakan adalah dalam empat siri kepekatan iaitu; 4, 1, 0.25, 0.0625 dan 0.015 mg/mL. Kemudian larutan ekstrak-DPPH dibaca pada penyerapan 517 nm dengan menggunakan spektrofotometer (UVmini-1240, Shimadzu). Perencatan radikal bebas oleh DPPH di dalam peratusan (I%) dihitung seperti rumus berikut:

$$I = (A_{\text{pengosong}} - A_{\text{bahan uji}} / A_{\text{pengosong}}) \times 100$$

$A_{\text{pengosong}}$ di sini adalah penyerapan tindak balas kawalan yang mempunyai kesemua reagen kecuali bahan uji dan $A_{\text{bahan uji}}$ pula adalah penyerapan bahan uji. Hasil yang diperolehi diplotkan di dalam graf peratusan penyingkiran radikal bebas DPPH melawan kepekatan ekstrak (Tseng et al. 2008). Trolox yang digunakan sebagai rujukan piawai atau kawalan positif adalah sejenis terbitan α -tocopherol yang berkesan sebagai bahan antioksidan (Lien et al. 1999).

HASIL DAN PERBINCANGAN

Berdasarkan nilai IC_{50} yang diperolehi, kesemua ekstrak *Amauroderma* sp. tidak mempunyai kesan sitotoksik terhadap sel CaOV-3 seperti yang digariskan oleh NCI iaitu kurang daripada 20 $\mu\text{g/mL}$. Sementara itu kawalan positif Tamoxifen (dadah adjuvan hormon dalam perawatan kanser endokrin) telah memberikan nilai IC_{50} 8.7 $\mu\text{g/mL}$ (24 jam), 8.8 $\mu\text{g/mL}$ (48 jam) dan 8.4 $\mu\text{g/mL}$ (72 jam) (Jadual 1). Hasil ujian sitotoksiti ekstrak polisakarida pula memberi nilai IC_{50} 0.155 mg/mL dan 0.4 mg/mL terhadap sel CaOV-3 pada tiga masa perlakuan berbeza (Rajah 1). Liu et al. (2004a) telah melakukan kajian tentang polisakarida miselium *Camphorata antrodia* (Polyporales) (AC-PS) yang dituliskan melalui kaedah kolum kromatografi DEAE (dietilaminoetil) selulosa. Hasil kajian beliau juga tidak menunjukkan kesan sitotoksik terhadap sel leukemia manusia (U937). Walau pun beliau menguji aktiviti sitotoksiti pada kepekatan ekstrak yang

lebih rendah daripada kajian ini (100 $\mu\text{g/mL}$), tiada nilai IC_{50} diperolehi kerana kemandirian sel berada pada tahap lebih daripada 90%. Kajian beliau turut melaporkan kesan antitumor secara *in vivo* ke atas mencit aruhan sarkoma 180. Hasil menunjukkan suntikan intraperitoneal dan suap paksa AC-PS pada 100 dan 200 mg/kg masing-masing telah menunjukkan kesan penindasan ke atas pertumbuhan tumor sebanyak 69.1 dan 58.8%. Beliau melaporkan bahawa polisakarida ini dikatakan tidak bertindak secara terus ke atas sel tetapi menghasilkan kesan antitumor melalui pengaktifan tindak balas keimunan yang berbeza dalam sel.

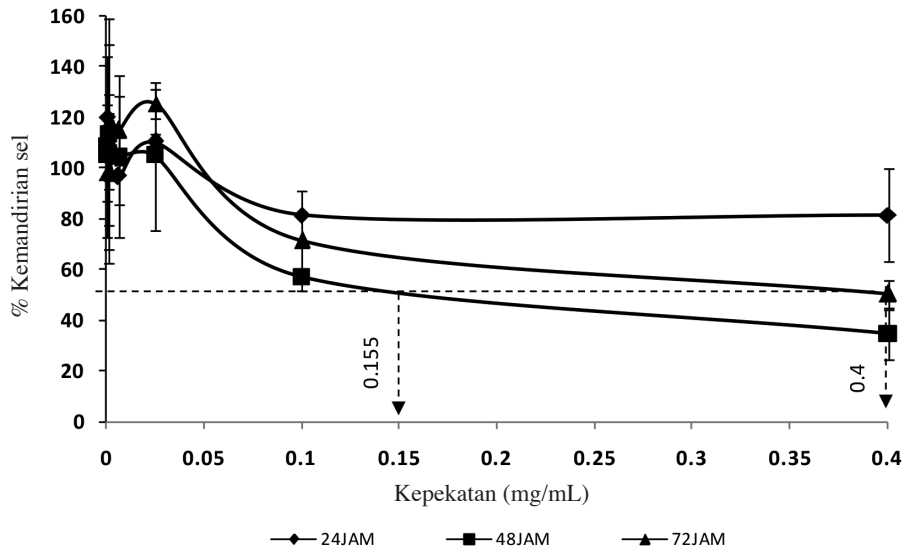
Dadah yang spesifik sangat diperlukan bagi merawat penyakit yang telah diinfeksi virus. Kajian antivirus terhadap cendawan merangkumi bukan sahaja ekstrak cendawan malah juga sebatian yang dapat dipencilkan daripada cendawan. Bahan ujian boleh bertindak secara langsung kepada virus, merencat enzim virus atau juga sintesis asid nukleik virus. Bahan ujian juga seharusnya tidak toksik pada dos yang berkesan. Maka ujian penyaringan antivirus perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum ujian lanjutan dijalankan. Di dalam ujian penyaringan ini nilai CC_{50} ketara bagi ekstrak rebusan air (6.4 \pm 0.3 mg/mL) dan ekstrak etanol (7.9 \pm 1.3 mg/mL) (Rajah 2) telah dicerap. Maka ujian lanjutan menggunakan kedua-dua ekstrak ini telah dilakukan.

Hasil ujian antivirus menunjukkan ekstrak rebusan air tidak memberi kesan sebagai anti HSV-1 pada kedua-dua kepekatan dan rawatan. Ini merujuk kepada peratusan aktiviti antivirus yang rendah iaitu sebanyak -4.40 \pm 0.04% untuk Rawatan I dan 1.34 \pm 0.03% untuk Rawatan II pada kepekatan 4 mg/mL. Begitu juga pada kepekatan 6 mg/mL, tiada tindakan anti HSV-1 diperolehi dengan memberi peratusan aktiviti antivirus yang rendah iaitu sebanyak 10.48 \pm 0.07% (Rawatan I) dan 10.71 \pm 0.58% (Rawatan II). Bagi ekstrak etanol pula, hasil juga menunjukkan tiada aktiviti anti HSV-1 pada kedua-dua kepekatan dan rawatan. Ini berdasarkan kepada peratusan aktiviti antivirus yang rendah diperolehi iaitu 0.40 \pm 0.04% dan 2.98 \pm 0.16% masing-masing bagi rawatan I dan II pada kepekatan 6 mg/mL. Begitu juga pada kepekatan 8 mg/mL, peratusan aktiviti antivirus adalah sebanyak 7.66 \pm 0.04%

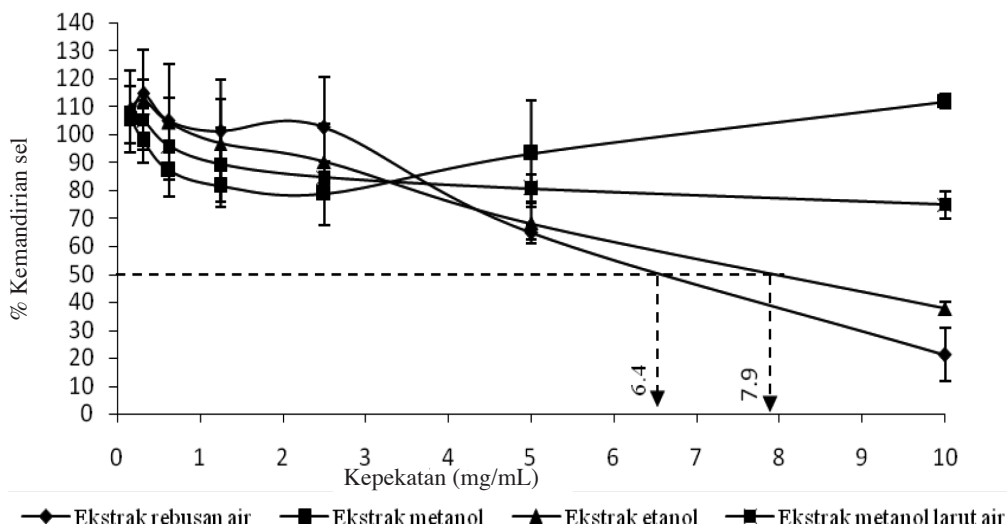
JADUAL 1. Nilai IC_{50} pelbagai ekstrak miselium *Amauroderma* sp. dan tamoxifen ke atas sel CaOV3

	24 jam	48 jam	72 jam
Ekstrak	CaOV3	CaOV3	CaOV3
Rebusan Air (mg/mL)	-	3.95 \pm 0.005	3.75 \pm 0.02
Etanol (mg/mL)	3.07 \pm 0.02	2.52 \pm 0.11	2.4 \pm 0.2
Metanol (mg/mL)	-	-	3.0 \pm 0.4
H ₂ O Metanol (mg/mL)	3.7 \pm 0.05	2.82 \pm 0.02	2.5 \pm 0.04
Polisakarida (mg/mL)	-	0.155 \pm 0.01	0.4 \pm 3.6
Tamoxifen ($\mu\text{g/mL}$)	8.7 \pm 0.03	8.8 \pm 0.08	8.4 \pm 0.1

Simbol '-' menunjukkan tiada nilai IC_{50} diperolehi daripada ekstrak dan perlakuan yang diberi. Setiap data mewakili nilai purata \pm SD daripada $n \geq 3$ eksperimen yang berasingan



RAJAH 1. Graf kesan polisakarida ke atas sel kanser CaOV-3. Nilai IC₅₀ bagi perlakuan 48 dan 72 jam masing-masing ialah 0.155 dan 0.4 mg/mL. Setiap titik mewakili nilai purata ± SD daripada n ≥ 3 eksperimen yang berasingan



RAJAH 2. Graf peratusan kemandirian sel Vero melawan kepekatan pelbagai ekstrak miselium *Amauroderma* sp. Nilai CC₅₀ diperolehi bagi perlakuan ekstrak rebusan air dan etanol masing-masing adalah sebanyak 6.4 dan 7.9 mg/mL. Tiada nilai CC₅₀ diperolehi bagi perlakuan ekstrak metanol dan metanol larut air. Setiap titik mewakili nilai purata ± SD daripada n ≥ 3 eksperimen yang berasingan

(Rawatan I) dan $-1.19 \pm 0.05\%$ (Rawatan II). Eo et al. (1999) melakukan kajian ke atas sel Vero dan virus HSV-1 dengan menggunakan pengasaian MTT pelbagai ekstrak *G. lucidum*. Melalui kaedah rawatan I, beliau mendapati ekstrak rebusan air bagi jasad buah *G. lucidum* mempunyai aktiviti anti HSV-1 pada kepekatan ekstrak yang tinggi dengan nilai EC₅₀ antivirus dicerap sebagai 1.51 mg/mL.

Bagi ujian antibakteria, hasil kajian yang diperolehi menunjukkan ketiadaan aktiviti antibakteria oleh semua ekstrak dengan tiada zon perencatan diperolehi daripada setiap piring petri ujian. Streptomisin yang bertindak sebagai kawalan positif terhadap bakteria gram negatif menunjukkan zon perencatan berdiameter 15 dan 20

mm terhadap *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae*. Penisilin pula memberikan bacaan zon perencatan 15 dan 40 mm bagi *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus* (Jadual 2). Kajian yang telah sama dilakukan oleh Roberts (2004) terhadap ekstrak rebusan air dan ekstrak metanol miselium *G. lucidum* Australia juga tidak menunjukkan sebarang zon perencatan terhadap *E. coli*. Walau bagaimanapun, aktiviti antibakteria hanya ditunjukkan oleh ekstrak rebusan air terhadap *B. subtilis* dengan zon perencatan 7 mm. Kajian yang dilakukan oleh Liu et al. (2009) menggunakan ekstrak minyak pati daripada miselium *Ganoderma japonicum* pula menunjukkan aktiviti antibakteria yang signifikan terhadap *E. coli* (24

mm), *S. typhi* (23 mm), *S. aureus* (27 mm) dan *B. subtilis* (25 mm).

Bagi ujian antioksidasi, aktiviti penyingkiran radikal bebas meningkat dengan peningkatan kepekatan ekstrak (Rajah 3). Kesemua ekstrak yang diuji menunjukkan peratus penyingkiran radikal bebas yang tinggi pada 4 mg/mL (93.6 – 85.75)%. Ekstrak kasar menunjukkan profil antioksidasi hampir setara dengan kawalan positif, trolox dengan peratus penyingkiran radikal bebas hampir sama bagi kesemua kepekatan ujian. Ini diikuti oleh ekstrak polisakarida, metanol dan etanol. Didapati jumlah kepekatan minimum bagi kesemua ekstrak *Amauroderma* sp. ujian yang diperlukan untuk mencapai potensi penyingkiran maksimum adalah sangat kecil iaitu pada 0.015 mg/mL. Lee et al. (2007a, 2007b) telah melakukan kajian ke atas ekstrak etanol miselium cendawan *P. citrinopileatus* dan ekstrak etanol jasad buah cendawan *H. marmoreus*. Beliau telah memperoleh peratus penyingkiran radikal bebas yang tinggi iaitu sebanyak 92.8 dan 93.2%. Walau bagaimanapun, peratus penyingkiran radikal bebas ekstrak *P. citrinopileatus* dan *H. marmoreus* adalah pada kepekatan yang tinggi iaitu 20 mg/mL. Walau bagaimanapun, hasil kajian yang dilakukan oleh Saltarelli et al. (2009) ke atas ekstrak etanol: air *G. lucidum* mendapati

aktiviti penyingkiran radikal bebas sebanyak 60% pada julat kepekatan yang rendah (0.5-0.6 mg/mL).

KESIMPULAN

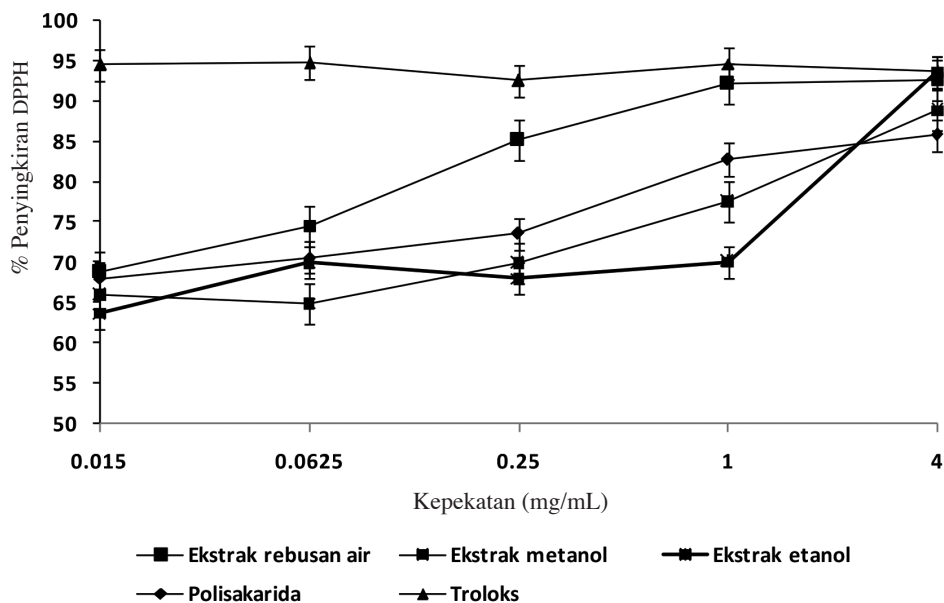
Melalui ujian penyaringan pelbagai ekstrak daripada cendawan tempatan *Amauroderma* sp. ini, dapat disimpulkan bahawa komponen kimia *Amauroderma* sp. ini mempunyai aktiviti antioksidasi yang tinggi namun tidak menunjukkan ciri sitotoksik terhadap sel kanser CaOV-3 dan sel Vero, tiada kawalan tindakan yang berkesan terhadap virus, serta tiada tindakan merencat pertumbuhan bakteria. Ciri ini seterusnya mengesahkan bahawa pelbagai ekstrak *Amauroderma* sp. berpotensi sebagai makanan kesihatan yang tinggi dengan sifat antioksidasi.

PENGHARGAAN

Pengarang mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada pihak Agensi Nuklear Malaysia dan Fakulti Sains dan Teknologi, UKM yang telah membiayai dan menyediakan segala kemudahan bagi kajian ini melalui geran dalaman dan bantuan penyelidikan pascasiswazah fakulti.

JADUAL 2. Aktiviti antibakteria oleh ekstrak dari *Amauroderma* sp. (R=ekstrak rebusan air, H=ekstrak akues metanol larut air, E=ekstrak etanol M=ekstrak metanol, P=sebatian polisakarida). Diameter cakera=6.0 mm

Ekstrak (Kepekatan mg/mL)	Diameter zon perencatan (mm)			
	<i>E. coli</i>	<i>S. dysenteriae</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>
R(10)	6.0	6.0	6.0	6.0
R(5)	6.0	6.0	6.0	6.0
R(2.5)	6.0	6.0	6.0	6.0
R(1.25)	6.0	6.0	6.0	6.0
R(0.625)	6.0	6.0	6.0	6.0
H(10)	6.0	6.0	6.0	6.0
H(5)	6.0	6.0	6.0	6.0
H(2.5)	6.0	6.0	6.0	6.0
H(1.25)	6.0	6.0	6.0	6.0
H(0.625)	6.0	6.0	6.0	6.0
M(10)	6.0	6.0	6.0	6.0
M(5)	6.0	6.0	6.0	6.0
M(2.5)	6.0	6.0	6.0	6.0
M(1.25)	6.0	6.0	6.0	6.0
M(0.625)	6.0	6.0	6.0	6.0
E(10)	6.0	6.0	6.0	6.0
E(5)	6.0	6.0	6.0	6.0
E(2.5)	6.0	6.0	6.0	6.0
E(1.25)	6.0	6.0	6.0	6.0
E(0.625)	6.0	6.0	6.0	6.0
P(10)	6.0	6.0	6.0	6.0
P(5)	6.0	6.0	6.0	6.0
P(2.5)	6.0	6.0	6.0	6.0
P(1.25)	6.0	6.0	6.0	6.0
P(0.625)	6.0	6.0	6.0	6.0
STREPTOMISIN (10IU)	15.0	20.0	–	–
PENISILIN (10IU)	–	–	15.0	40.0



RAJAH 3. Graf peratusan penyingkiran radikal bebas DPPH melawan kepekatan ekstrak miselium *Amauroderma* sp.

RUJUKAN

- Amakura, Y., Umino, Y., Tsuji, S., Ito, H., Hatano, T., Yoshida, T. & Tonogai, Y. 2002. Constituents and their antioxidative effects in eucalyptus leaf extract used as a natural food additive. *J. Food. Chem* 77: 47-56.
- Eo, S.K., Kim, Y.S., Lee, C.K. & Han, S.S. 1999. Antiviral activities of various water and methanol soluble substances isolated from *Ganoderma lucidum*. *Journal of Ethnopharmacology* 68: 129-136.
- Freshney, R.I. 2006. *Culture of Cells for Tissue Engineering*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. & Stalpers, J.A. 2008. *Dictionary of the Fungi*. Edisi ke-10 UK: CAB International.
- Kujumgiev, A., Tsvetkova, I., Serkedijeva, Y., Christov, R. & Popov, S. 1999. Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin. *Journal of Ethnopharmacology* 64: 235-240.
- Lee, S.S., Chang, Y.S. & Noraswati, M.N.R. 2009. Utilization of macrofungi by some indigenous communities for food and medicine in Peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management* 257: 2062-2065.
- Lee, Y.L., Huang, G.W., Liang, Z.C. & Mau, J.L. 2007a. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT*. 40: 823-833.
- Lee, Y.L., Yen, M.T. & Mau, J.L. 2007b. Antioxidant properties of various extracts from *hypsizigus marmoreus*. *Food Chemistry* 104: 1-9.
- Lien, E.J., Ren, S., Bui, H.H. & Wang, R. 1999. Quantitative structure: Activity relationship analysis of phenolic antioxidants. *Free Radical Biology & Medicine* 26: 285-294.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H.J. & Julich, W.D. 2005. The pharmacological potential of mushroom. *Evid Based Complement Alternative Medicine* 2: 285-299.
- Liu, D., Hu, Z., Liu, Z., Yang, B., Tu, W. & Li, L. 2009. Chemical composition and antimicrobial of essential oil isolated from the cultured mycelia of *Ganoderma japonicum*. *Journal of Nanjing Medical University* 23:168-172.
- Liu, J.J., Huang, T.S., Hsu, M.L., Chen, C.C., Lin, W.S., Lu, F.J. & Chang, W.H. 2004a. Antitumor effects of the partially purified polysaccharides from *Antrodia camphorata* and the mechanism of its action. *Toxicology and Applied Pharmacology* 201: 186-193.
- Liu, J., Yang, F., Ye, L.B., Yang, X.J., Timani, K.A., Zheng, Y. & Wang, Y.H. 2004b. Possible mode of action of antiherpetic activities of a proteoglycan isolated from the mycelia of *Ganoderma lucidum* in vitro. *Journal of Ethnopharmacology* 95: 265-272.
- Mat Rasol, A., Mutaat, H.H., Ito, H. & Kume, T. 1998. Selection of microorganisms and fermentation condition of oil palm empty fruit bunch (EFB) and palm press fibre (PPF). *Jurnal Sains Nuklear Malaysia* 16: 31-40.
- Roberts, L.M. 2004. Australian *Ganoderma*: Identification, Growth and Antibacterial Properties. Thesis PhD. Swinburne University of Technology (unpublished).
- Saltarelli, R., Ceccaroli, P., Lotti, M., Zambonelli, A., Buffalini, M., Casadei, L., Vallorani, L. & Stocchi, V. 2009. Biochemical characterisation and antioxidant activity of mycelium of *Ganoderma lucidum* from Central Italy. *Food Chemistry* 116: 143-151.
- Su, C.T., Hsu, J.T.A., Hsieh, H.P., Lin, P.H., Chen, T.C., Kao, C.L., Lee, C.N. & Chang, S.Y. 2008. Anti-HSV activity of digitoxin and its possible mechanisms. *Antiviral Research* 79: 62-70.
- Tseng, Y.H., Yang, J.W. & Mau, J.L. 2008. Antioxidant properties of polysaccharides, from *Ganoderma tsugae*. *Food Chemistry* 107: 732-738.
- Venzon, M., Rosado, M.C., Fadini, M.A.M., Ciociola, A.I. & Pallini, A. 2005. The potential of NeemAzal for the control of coffee leaf pests. *Crop Protection* 24: 213-219.
- Wang, Y., Ye, L. & Leung, L.K. 2008. A positive feedback pathway of estrogen biosynthesis in breast cancer cells is contained by resveratrol. *Toxicology* 248: 130-135.
- Wasser, S.P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 60: 258-274.

Zhao, L., Dong, Y., Chen, G. & Hua, Q. 2010. Extraction, purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides from *Ganoderma lucidum*. *Carbohydrate Polymers* 80: 783-789.

Endom Ismail*, Fatimah Diana Amin Nordin, Fauzi Daud & Nazlina Ibrahim
School of Bioscience and Biotechnology
Faculty of Science and Technology
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor
Malaysia

Fatimah Diana Amin Nordin
Clinical Research Centre (CRC)
Serdang Hospital, 43000 Kajang, Selangor
Malaysia

Mat Rasol Awang
Agensi Nuklear Malaysia
43000 Bangi, Selangor
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: eismail@ukm.my

Diserahkan: 6 Disember 2012
Diterima: 19 Mei 2013