

Aktivitas Antikanker dan Antioksidan Madu di Pasaran Lokal Indonesia (Anticancer and Antioxidant Activity of Honey in the Market Local Indonesia)

La Ode Sumarlin*, Anna Muawanah, Prita Wardhani, Masitoh

ABSTRAK

Para ilmuwan telah melaporkan bahwa madu mengandung beberapa bahan kimia yang memiliki fungsi antibakteri, anti-inflamasi, analgesik, penyembuhan luka, antikanker, antioksidan, dan aktivitas radikal bebas *scavenging*. Pada penelitian ini difokuskan pada eksplorasi madu di pasaran lokal dengan fungsi antikanker dan antioksidan. Metode yang digunakan diantaranya adalah metode BSLT untuk potensi antikanker dan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) untuk potensi antioksidan. Selain itu, analisis menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk menguji gugus fungsi yang ada dalam madu. Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel madu memiliki potensi sebagai antikanker dan antioksidan. Parameter nilai LC_{50} yang diperoleh berdasarkan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) yang berpotensi sebagai antikanker tertinggi terdapat pada madu yang berasal dari Bali dengan nilai 1,50 ppm. Sementara itu, Nilai IC_{50} yang diperoleh dari metode DPPH menunjukkan bahwa madu yang berasal dari papua memiliki potensi antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 5453,75 ppm. Hasil analisis dengan FTIR menunjukkan dugaan bahwa semua sampel madu memiliki kesamaan gugus fungsi utama. Hasil ini menunjukkan pula bahwa madu yang berada di pasaran lokal (Indonesia) sangat potensial untuk dikonsumsi untuk berbagai keperluan, terutama untuk meningkatkan kesehatan.

Kata kunci: antikanker, antioksidan, madu

ABSTRACT

Scientists have reported that honey contains several chemicals which have the function of antibacterial, anti-inflammatory, analgesic, wound healing, anticancer, antioxidant and free radical scavenging activity. In this study focuses on exploring the honey in the local market with anticancer and antioxidant activity. Methods used include BSLT method for potential of anticancer and antioxidant to DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) method. In addition, using *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) analysis to test the functional groups in the honey. The analysis showed that the samples of honey has potential as an anticancer and antioxidant. Parameters of LC_{50} values obtained by the method *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) the highest as anticancer found in honey from Bali with a value 1.50 ppm. While the IC_{50} value obtained from DPPH method showed that honey derived from Papua has the potential antioxidant with IC_{50} value 5453.75 ppm. The results of the FTIR analysis showed that all of samples have the same in main functional groups. These results also indicate that honey was in the local market (Indonesia) is very potential to be consumed for various purposes, mainly to improve health.

Keywords: anticancer, antioxidant, honey

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah konsumen terhadap kebutuhan obat-obatan herbal menarik perhatian para pelaku di bidang medis untuk dikembangkan sebagai pengobatan tradisional maupun modern. Di antaranya adalah madu, sebab memiliki kegunaan sebagai obat terapeutik dan pangan fungsional (Lusby *et al.* 2005).

Madu mengandung enzim seperti katalase, glukosa oksidase dan peroksidase serta kandungan non enzimatik seperti karotenoid, asam amino, protein, asam organik, produk reaksi Maillard, dan lebih dari 150 senyawa polifenol termasuk flavonoids, flavonols, asam fenolik, katekin, dan turunan asam sinamat (Ferreira *et al.* 2009). Komposisi inilah yang mendukung sifat antioksidannya.

Potensi madu sebagai antikanker juga telah banyak menjadi perhatian karena beberapa senyawa mendukung untuk fungsi tersebut. Abubakar *et al.* (2012) telah melaporkan bahwa kandungan fenolik madu memiliki kemampuan melawan beberapa tipe sel-sel leukemia. Aktivitas antikanker juga telah dibuktikan pada berbagai variasi jaringan dan sel kanker seperti payudara (Gribel & Pashinski 1990; Tsiapara *et al.* 2009; Tomasin & Cintra 2011; Fukuda *et al.* 2011; Fauzi *et al.* 2011), kolorektal (Jaganathan & Mandal 2009), ginjal (Samarghandian *et al.* 2011), prostat (Tsiapara *et al.* 2009), endometrial (Tsiapara *et al.* 2009), servik (Fauzi *et al.* 2011), dan kanker mulut (Ghasm *et al.* 2010).

Penelitian lain juga telah membuktikan bahwa madu menginduksi apoptosis sel PC-3. Induksi tersebut diduga adanya peranan toksisitas madu. Oleh karena itu, madu merupakan agen kemoterapi yang menjanjikan dalam pengobatan kanker prostat di masa depan (Samarghandian *et al.* 2014). Noor *et al.* 2014 juga telah menyimpulkan dalam penelitiannya

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jalan Ir. H. Juanda No. 95, Ciputat 15412.

* Penulis Korespondensi: E-mail: sumarlin@uinjkt.ac.id

bahwa madu Pakistan memiliki antioksidan yang sangat baik dan berpotensi sebagai antitumor (Noor *et al.* 2014). Fauzi *et al.* 2011 juga menunjukkan bahwa madu tualang memiliki aktivitas antikanker yang signifikan terhadap kanker payudara dan kanker sel serviks.

Meskipun kajian mengenai madu ini sudah banyak dilakukan, namun kajian khusus madu lokal yang dihasilkan dari lebah madu asli Indonesia, yaitu *Apis dorsata*, *Apis cerana*, dan *Apis florea* masih jarang ditemukan. Padahal *Apis dorsata* sebagai lebah madu yang hidup di Indonesia dan merupakan lebah madu lokal yang paling produktif (Hutagalung 2008).

Selain itu, kajian mengenai madu lokal ini menjadi penting karena komposisi dan fungsi madu dipengaruhi oleh perbedaan jenis tanaman, iklim, dan kondisi lingkungan (Kucuk *et al.* 2007). Akibatnya aktivitas antioksidan dan antikankernya pun akan bervariasi bergantung pada sumber bunga. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang aktivitas antioksidan dan antikanker madu di pasaran lokal. Secara tidak langsung, informasi ini akan mendorong terus pemanfaatan madu untuk meningkatkan kesehatan masyarakat.

Pada penelitian ini digunakan dua metode *in vitro* yang sudah umum. Metode ini dikenal dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) untuk uji antioksidan dan BSLT (*Brine Shrimp Lethal Test*) untuk uji antikanker.

METODE PENELITIAN

Bahan utama adalah sampel madu yang ada di pasaran lokal yang berasal dari beberapa wilayah (Jawa Tengah, Surabaya, Sumbawa, Papua, Jambi, Aceh, dan Sulawesi), asam askorbat, *Artemia salina* (larva udang), dan bahan kimia berupa Kristal NaCl p.a, kristal DPPH, metanol p.a, alkohol 70%, dan garam batu.

Uji Potensi Antikanker dengan Metode BSLT (Juniarti & Yuhernita 2009)

Disiapkan bejana untuk penetasan telur udang. Di satu ruang dalam bejana tersebut diletakkan lampu untuk menghangatkan suhu dalam penetasan, sedangkan di ruang sebelahnya diberi larutan garam 3,5%. Ke dalam larutan garam dimasukkan \pm 50–100 mg telur udang untuk ditetaskan. Pada bagian telur ditutup dengan aluminium foil, dan lampu dinyalakan selama 48 jam untuk menetas telur. Diambil larva udang yang akan diuji dengan pipet.

Sebanyak 100 μ L larutan garam 3,5% (w/v) yang mengandung larva udang sebanyak 10–12 ekor dipipet, kemudian dimasukkan ke dalam vial dan ditambahkan dengan 100 μ L larutan sampel yang akan diuji. Untuk setiap konsentrasi dilakukan tiga kali pengulangan (triplo). Larutan dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Untuk kontrol dilakukan tanpa penambahan sampel. Larutan dibiarkan selama 24 jam, kemudian dihitung jumlah larva yang mati dan masih hidup dari tiap lubang. Angka mati dihitung dengan menjumlahkan larva yang mati dalam setiap konsentrasi (3 lubang). Angka hidup dihitung dengan menjumlahkan larva yang hidup dalam setiap konsentrasi (3 lubang) (Juniarti & Yuhernita 2009). Perhitungan akumulasi mati dan hidup larva udang pada tiap konsentrasi dilakukan seperti pada Tabel 1 dan 2.

Selanjutnya dihitung mortalitas dengan cara: akumulasi mati dibagi jumlah akumulasi hidup dan mati (total) dikali 100%. Grafik dibuat dengan log konsentrasi sebagai sumbu x terhadap mortalitas sebagai sumbu y. Nilai LC_{50} merupakan konsentrasi dimana zat menyebabkan kematian 50% yang diperoleh dengan memakai persamaan regresi linier $y = a + bx$. Selain itu juga dapat digunakan analisa probit untuk menentukan nilai LC_{50} nya. Suatu zat dikatakan aktif atau toksik bila nilai $LC_{50} < 1000$ ppm untuk ekstrak dan < 30 ppm untuk suatu senyawa.

Tabel 1 Perhitungan akumulasi larva udang yang mati

Konsentrasi (ppm)	Akumulasi mati
10	\sum angka mati pada konsentrasi 10
100	\sum angka mati pada konsentrasi 10 + \sum angka mati pada konsentrasi 100
200	\sum angka mati pada konsentrasi 10 + \sum angka mati pada konsentrasi 100 + \sum angka mati pada konsentrasi 200
500	\sum angka mati pada konsentrasi 10 + \sum angka mati pada konsentrasi 100 + konsentrasi 200 + konsentrasi 500
1000	\sum angka mati pada konsentrasi 10 + konsentrasi 100 + konsentrasi 200 + konsentrasi 500 + konsentrasi 1000

Tabel 2 Perhitungan akumulasi larva udang yang hidup

Konsentrasi (ppm)	Akumulasi hidup
1000	\sum angka hidup pada konsentrasi 1000
500	\sum angka hidup pada konsentrasi 1000 + \sum angka hidup pada konsentrasi 500
200	\sum angka hidup pada konsentrasi 1000 + konsentrasi 500 + konsentrasi 200
100	\sum angka hidup pada konsentrasi 1000 + konsentrasi 500 + konsentrasi 200 + konsentrasi 100
10	\sum angka hidup pada konsentrasi 1000 + konsentrasi 500 + konsentrasi 200 + konsentrasi 100 + konsentrasi 10

Uji Antioksidan (Juniarti & Yuhernita 2009)

Sebanyak 2 mL sampel masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan ke dalamnya 2 mL larutan DPPH 0,002%. Campuran tersebut kemudian divortex sampai homogen. Selanjutnya, diinkubasi selama 30 menit dalam ruang gelap. Serapan diukur pada panjang gelombang 514,5 nm pada spektrofotometer UV-Vis Perkin Elmer Lambda 25. Sebagai standar digunakan asam askorbat (konsentrasi 0,5; 1, 4, dan 8 mg/ml) dengan perlakuan yang sama dengan sampel uji.

Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR

Dalam penelitian ini digunakan analisa *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk menganalisa gugus fungsi yang terdapat pada sampel madu. FTIR yang digunakan adalah Spektrofotometer FTIR *Spectrum One* Perkin Elmer. Pada analisis ini, sampel madu ditetaskan ke plat KBr sebanyak satu tetes, kemudian plat tersebut dimasukkan ke dalam holder. Selanjutnya, holder dipasangkan ke dalam instrument FTIR dan dilakukan analisis gugus fungsinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

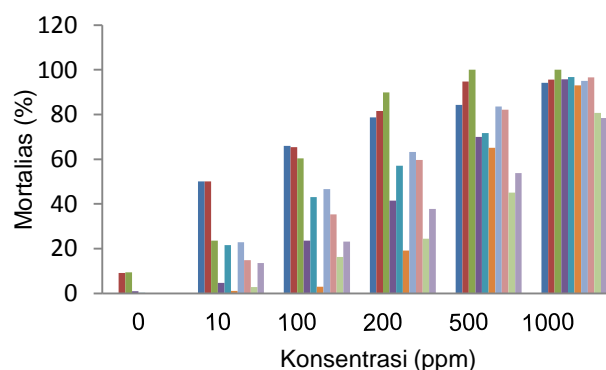
Potensi Antikanker dengan Metode BSLT

Hasil analisis BSLT menunjukkan bahwa masing-masing madu berdasarkan wilayah menunjukkan bahwa madu memiliki sifat toksisitas yang berbeda-beda antar wilayah (Tabel 3). Perbedaan ini disebabkan

kan oleh komposisi madu yang bervariasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Kucuk *et al.* 2007 yang menyatakan bahwa komposisi madu sangat bervariasi disebabkan oleh perbedaan jenis tanaman, iklim, dan kondisi lingkungan.

Madu yang berasal dari Bali memiliki tingkat toksisitas yang lebih tinggi (lebih aktif) dibandingkan dengan jenis yang lain, sebab memiliki nilai LC_{50} yang lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel lainnya yang sejenis. LC_{50} sampel dari Bali bernilai 1,50 ppm (Tabel 3). Artinya bahwa terdapat perbedaan mortalitas dari madu lokal terhadap larva *Artemia salina* (Gambar 1).

Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa dari masing-masing jenis madu memiliki senyawa bioaktif



Gambar 1 Persen mortalitas larva *Artemia salina* untuk madu lokal Indonesia.

Tabel 3 Perbandingan nilai LC_{50} sampel madu lokal dengan beberapa ekstrak tanaman

Sampel	LC_{50} (ppm)	Referensi
Jawa Tengah 1	10	Hasil Uji BSLT
Jawa Tengah 2	10	
Bali	1,5	
Riau II	2,19	
Papua	1,89	
Kalimantan	2,56	
Sumbawa I	1,77	
Jambi	1,89	
Sulawesi	582,12	
Riau I	2,5	
Ekstrak metanol daun saga	606,74	Juniarti <i>et al.</i> 2009
Ekstrak daun pecut kuda	98,33 (Heksan)	Indrayani <i>et al.</i> 2006
	204,17 (Kloroform)	
	249,80 (Etil asetat)	
Ekstrak daun pandan wangi	8.511,31 (Butanol)	Sukandar <i>et al.</i> 2007
	288,4 (Etil asetat)	
	912.010,84 (Petroleum eter)	
Ekstrak metanol beberapa tanaman benalu	1085,44 (batang <i>Moringa pterygosperma</i>)	Indiastuti <i>et al.</i> 2008
	175,66 (herba benalu <i>Loranthus peretandus</i>)	
	1.240,86 (batang <i>Ficus retusa</i>)	
	327,15 (daun benalu <i>Elytranthe evenia</i>)	
	320,15 (batang benalu <i>Elytranthe evenia</i>)	
	456,79 (bunga benalu <i>Elytranthe evenia</i>)	
	176,44 (herba benalu <i>Scurulla atropurpurea</i>)	
	53,79 (herba benalu <i>Viscum articulatum</i>)	
Ekstrak air bunga kecombrang (<i>Etilingera elatior</i>)	75,94	Hudaya 2010
Ekstrak daun sukun (<i>Artocarpus altilis</i>)	3608,89	Ramadhani 2009

yang mampu bertindak sebagai zat penetralisir racun (detoksikan). Sifat toksik dari madu tersebut diperkirakan dari senyawa glikosida dimana senyawa tersebut terdiri dari fruktosa (glikon) dan asam-asam organik seperti asam fenol dan asam glukoronat (aglikon). Pengujian terhadap sifat toksisitas ini telah dilakukan melalui penelitian terhadap madu Tualang (dari pohon Tualang (*Koompassia excels*) di hutan Malaysia) oleh Fauzi *et al.* (2011). Berdasarkan penelitian tersebut madu Tualang yang mampu menginduksi apoptosis dan mengganggu potensial mitokondria sel kanker serviks dan payudara. Indikasi kemampuan sitotoksik ini terlihat ketika sel-sel kanker diperlakukan dengan meningkatkan dosis madu tualang (1–10%) hingga 72 jam. Ternyata terjadi peningkatan Laktat Dehidrogenase (LDH). Artinya terdapat kebocoran dari membran sel yang mengakibatkan sel-sel kanker mengalami kerusakan pada mitokondrianya.

Tingginya kandungan fenolik dan hidrosimetilfurfural (HMF) pada madu juga dapat meningkatkan pengaruh penghambatan terhadap sel-sel kanker (Tsiapara *et al.* 2009). Selain itu, flavonoid dilaporkan menginduksi kematian sel pada beberapa sel-sel kanker (Chang *et al.* 2008). Komponen lain pada madu seperti asam-asam amino, asam glukon, protein-perotein, dan vitamin juga telah dijelaskan bahwa memiliki peranan penting dalam menghambat pertumbuhan tumor sel paru (Fukuda *et al.* 2009).

Potensi antikanker ini juga telah diteliti oleh Tsiapara *et al.* (2009) terhadap madu Yunani. Penelitian ini telah menegaskan bahwa beberapa jenis madu Yunani, terutama madu thime, menunjukkan kandungan senyawa pada madu yang memiliki sifat antikanker. Senyawa-senyawa ini dapat berupa polifenol maupun asam fenolat. Pada penelitian lain juga ditemukan bahwa ekstrak madu Yunani menunjukkan efek yang signifikan terhadap sel kanker manusia, seperti aktivitas antiestrogenik di selMCF-7 dan penghambatan viabilitas sel pada kanker prostat dan sel kanker endometrium.

Nilai LC_{50} untuk masing-masing sampel madu dalam penelitian ini secara umum lebih kecil dibandingkan dengan beberapa jenis ekstrak tanaman pada metode yang sama (Tabel 3). Pada tabel terlihat bahwa madu Bali memiliki nilai LC_{50} yang rendah dibandingkan dengan sampel pembanding lainnya, yaitu 1,50 ppm. Diduga hal itu disebabkan oleh kandungan yang terdapat dalam madu sangatlah kompleks antara lain karbohidrat, vitamin, mineral, enzim, dan senyawa-senyawa organik lainnya seperti senyawa fenol dan asam glukoronat. Nilai LC_{50} madu ini tergolong sebagai nilai LC_{50} dari senyawa dimana untuk suatu senyawa dikatakan aktif jika memiliki nilai $LC_{50} \leq 30$ ppm, sehingga madu dapat digunakan sebagai detoksikan dan memiliki potensi sebagai antikanker. Potensi madu sebagai antikanker juga telah diteliti karena kemampuan madu memengaruhi berbagai mekanisme aktivitas (Ahmed & Othman 2013). Jaganathan dan Mandal (2009) menyatakan bahwa beberapa senyawa sederhana dan polifenol

yang ditemukan dalam madu, seperti asam kafeat (CA), ester fenil asam kafeat (CAPE), krisin (CR), galangin (GA), kuersetin (QU), kaempferol (KP), akasetin (AC), pinosembrian (PC), pinobanksin (PB), dan apigenin (AP), telah berevolusi sebagai agen farmakologis berpotensi dalam pencegahan dan pengobatan kanker.

Selain itu kemampuan antikanker juga dipengaruhi oleh berbagai mekanisme fungsional pada madu (Gambar 2). Akibatnya madu merupakan bahan yang sangat berpotensi untuk menjadi antikanker.

Uji Antioksidan

Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan dalam penelitian ini adalah metode serapan radikal DPPH. Metode ini merupakan metode yang sederhana, mudah, dan penggunaan sampelnya dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat (Hanani *et al.* 2005). Aktivitas antioksidan dari madu ini dinyatakan dalam persentase inhibisinya terhadap radikal DPPH. Persentase inhibisi ini didapatkan dari perbedaan serapan antara absorbansi DPPH dengan absorbansi sampel yang diukur dengan spektrofotometer UV-Vis.

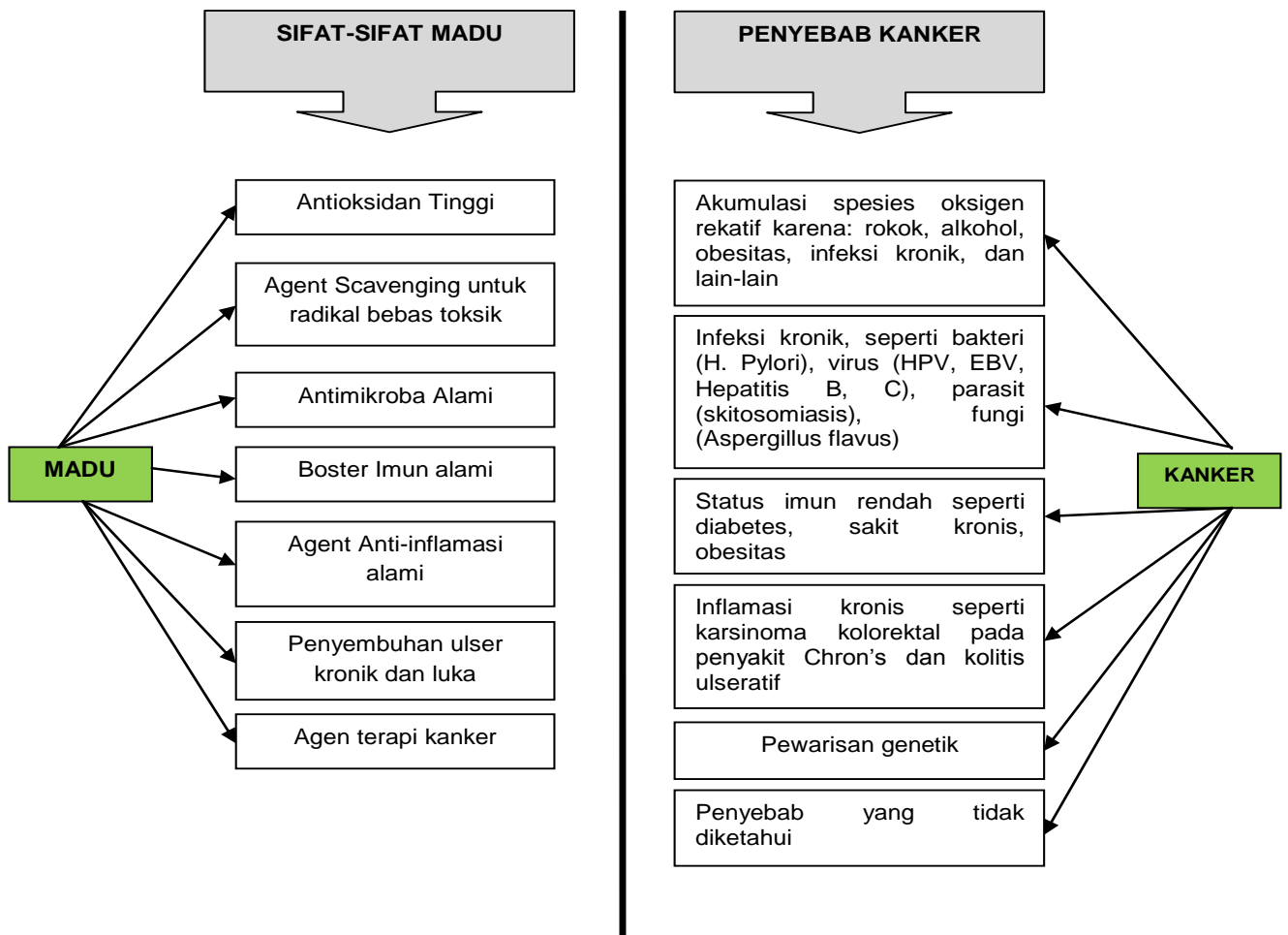
Uji aktivitas antioksidan madu dihasilkan nilai absorbansi yang selalu menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi sampel. Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan madu menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi sampel, peluruhan warna ungu violet DPPH semakin tinggi yang mengakibatkan turunnya nilai absorbansi sampel pada setiap kenaikan konsentrasi.

Menurut Zuhra *et al.* (2008) aktivitas antioksidan diukur sebagai hasil penurunan serapan larutan DPPH akibat adanya penambahan sampel. Aktivitas diukur dengan menghitung jumlah pengurangan intensitas warna ungu DPPH yang sebanding dengan pengurangan konsentrasi larutan DPPH. Peredaman warna ungu DPPH terjadi sebab adanya senyawa yang dapat memberikan radikal hidrogen kepada radikal DPPH sehingga tereduksi menjadi DPPH-H (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) dan menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari ungu ke kuning.

Penurunan nilai absorbansi DPPH mempunyai arti bahwa telah terjadinya penangkapan radikal DPPH oleh sampel. Adanya aktivitas antioksidan dari sampel mengakibatkan perubahan warna pada larutan DPPH dalam metanol yang semula berwarna violet pekat menjadi kuning pucat (Permana *et al.* 2003).

Data hasil pengukuran nilai absorbansi dapat dianalisis pengaruh konsentrasi sampel dengan persentase inhibisi. Peningkatan persen inhibisi sebanding dengan bertambahnya konsentrasi sampel. Kemudian ditentukan persamaan regresi linier dan untuk selanjutnya persamaan tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi efektif (IC_{50}) (Tabel 4).

Hasil analisa sampel dengan metode DPPH menunjukkan bahwa sampel madu tersebut memiliki aktivitas antioksidan. Aktivitas ini berbeda antara satu dengan yang lain karena dipengaruhi oleh berbagai faktor. Aktivitas antioksidan ini dapat diketahui dari



Gambar 2 Hubungan timbal balik antara madu dan kanker (Othman 2012).

Tabel 4 Perbandingan nilai IC₅₀ madu dengan beberapa ekstrak tanaman

Sampel	IC ₅₀ (ppm)	Sumber	
Jawa Tengah 1	745750	Hasil Uji DPPH	
Jawa Tengah 2	29650		
Bali	21676,43		
Riau II	25008,89		
Papua	5453,75		
Kalimantan	58507,5		
Sumbawa I	23293,9		
Jambi	18409,48		
Sulawesi	35725		
Riau I	11235,79		
Jawa Barat	12147,69		
Vitamin C	5,83		
Ekstrak <i>Callyspongia</i> sp.	41,21		Hanani <i>et al.</i> 2005
Ekstrak etanol daun Ketapang	172,52		
Ekstrak etanol daun Kemuning	126,17	Rohman & Riyanto 2005	
Madu	2038,57		
Parmotrema	2637,5	Kekuda <i>et al.</i> 2009	
Parmotrema+Madu	1470		
Ramalina	5925	Bourgou <i>et al</i> 2008	
Ramalina+Madu	1891,43		
<i>Nigella sativa</i> shoots	280	Mariod <i>et al.</i> 2009	
<i>Nigella sativa</i> roots	450		
<i>Black Cumin</i> seedcake	2260 (CME)		
	2650 (HF)		
	1890 (EAF)		
Ekstrak air bunga Kecombrang (<i>Etilingera elatior</i>)	2170(WF)	Hudaya 2010	
	61,65		

dipengaruhi oleh menurunnya nilai absorbansi yang dihasilkan oleh sampel. Penurunan tersebut disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi sampel. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi sampel, semakin rendah nilai absorbansinya akibatnya persen inhibisi semakin tinggi (Gambar 3).

Hasil analisis ini juga menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi berasal dari sampel madu Papua sedangkan aktivitas antioksidan terendah berasal dari sampel madu Jawa Tengah 1. Namun demikian, semua sampel madu menunjukkan adanya aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan ini jika dibandingkan dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak tanaman herbal lain masih lebih rendah (meski ada yang lebih tinggi) (Tabel 4). Secara umum, antioksidan biologis bersifat mudah diserap dan ditransportasikan ke sel dan tidak bersifat toksik pada asupan yang tepat (Duthie 1999; Moongkarndi *et al.* 2004).

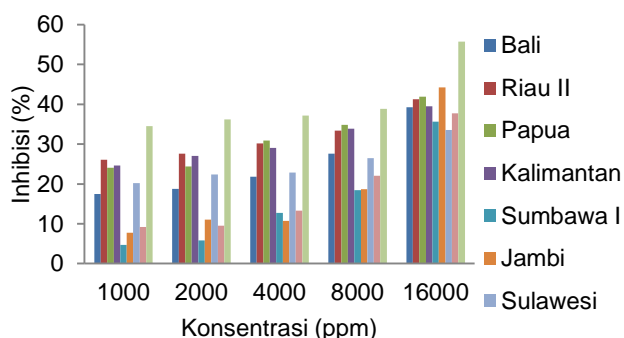
Enzim dalam madu juga berfungsi sebagai antioksidan dengan menginduksi penghilangan oksigen radikal (Oszmianski & Lee 1990). Konsumsi madu juga telah dilaporkan efektif dalam meningkatkan total antioksidan plasma total (Gheldof *et al.* 2003). Faktor-faktor yang memengaruhi aktivitas antioksidan ini juga diantaranya adalah komposisi madu yang berbeda yang tergantung pada sumber bunga yang digunakan untuk mengumpulkan nektar oleh lebah madu, faktor musiman dan iklim, serta pengolahan (Al-Mamary *et al.* 2002; Gheldof *et al.* 2002).

Komponen dalam madu bertanggung jawab atas efek antioksidan yang terutama flavonoid, asam fenolat, katalase, peroksidase, karetenoid, dan non-peroxidal komponen (Bogdanov 1997). Jumlah komponen ini sangat bervariasi sesuai dengan asal bunga dan geografis madu, pengolahan, penanganan, dan penyimpanan madu (Gheldof & Engeseth 2002; Turkmen *et al.* 2006).

Analisa Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FTIR

Hasil pengukuran spektroskopi IR pada daerah 4000–450 cm^{-1} memberikan serapan tajam hingga melebar. Hasil ini dapat digunakan untuk mengindikasikan gugus fungsi sampel madu dari beberapa wilayah Indonesia (Tabel 5).

Hasil analisa menunjukkan bahwa serapan melebar pada bilangan gelombang (cm^{-1})



Gambar 3 Persen Inhibisi dari sampel Madu.

3381,27–3341,66 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi OH. Adanya ikatan hidrogen menyebabkan puncak melebar sehingga terjadi pergeseran ke frekuensi yang lebih rendah. Vibrasi C-H alifatik memberikan serapan pada daerah 2911,96–2945,18 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang (cm^{-1}) 2018,83–2157,54 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi isosianat (-OCN-) dengan peak yang agak sedikit melebar seperti gugus fungsi OH. Serapan tajam pada puncak 1632,83–1643,04 cm^{-1} menunjukkan adanya rentangan cincin C=C. Serapan tersebut yang digunakan untuk menentukan bentuk substitusi cincin aromatik yang muncul pada pita serapan 924,13; 923,96; 920,89; 920,87, dan 818,89; 818,88 cm^{-1} . Serapan medium pada puncak 1411,36–1419,93 cm^{-1} menunjukkan adanya metil (CH_3). Selain itu, serapan pada bilangan gelombang (cm^{-1}) 1035,83–1060,96 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi rentangan C–O. Dari analisa spektrum IR terlihat bahwa senyawa madu memiliki gugus fungsi OH, CH alifatik, C=C, -OCN-, C–O, dan cincin aromatik (Tabel 5).

Hasil karakterisasi dengan spektrofotometer FTIR gugus fungsi yang terdapat pada madu madu Papua, Madu Bali dengan standar kuersetin menunjukkan persamaan yaitu mengandung gugus fungsi –OH terikat, C-H alifatik, C=C, CH_3 bengkokan (Tabel 6). Oleh karena itu, dapat diduga bahwa pada madu papua dan madu Bali ini memiliki aktivitas antikanker dan antioksidan karena adanya senyawa flavonoid pada sampel madu (Gambar 4).

KESIMPULAN

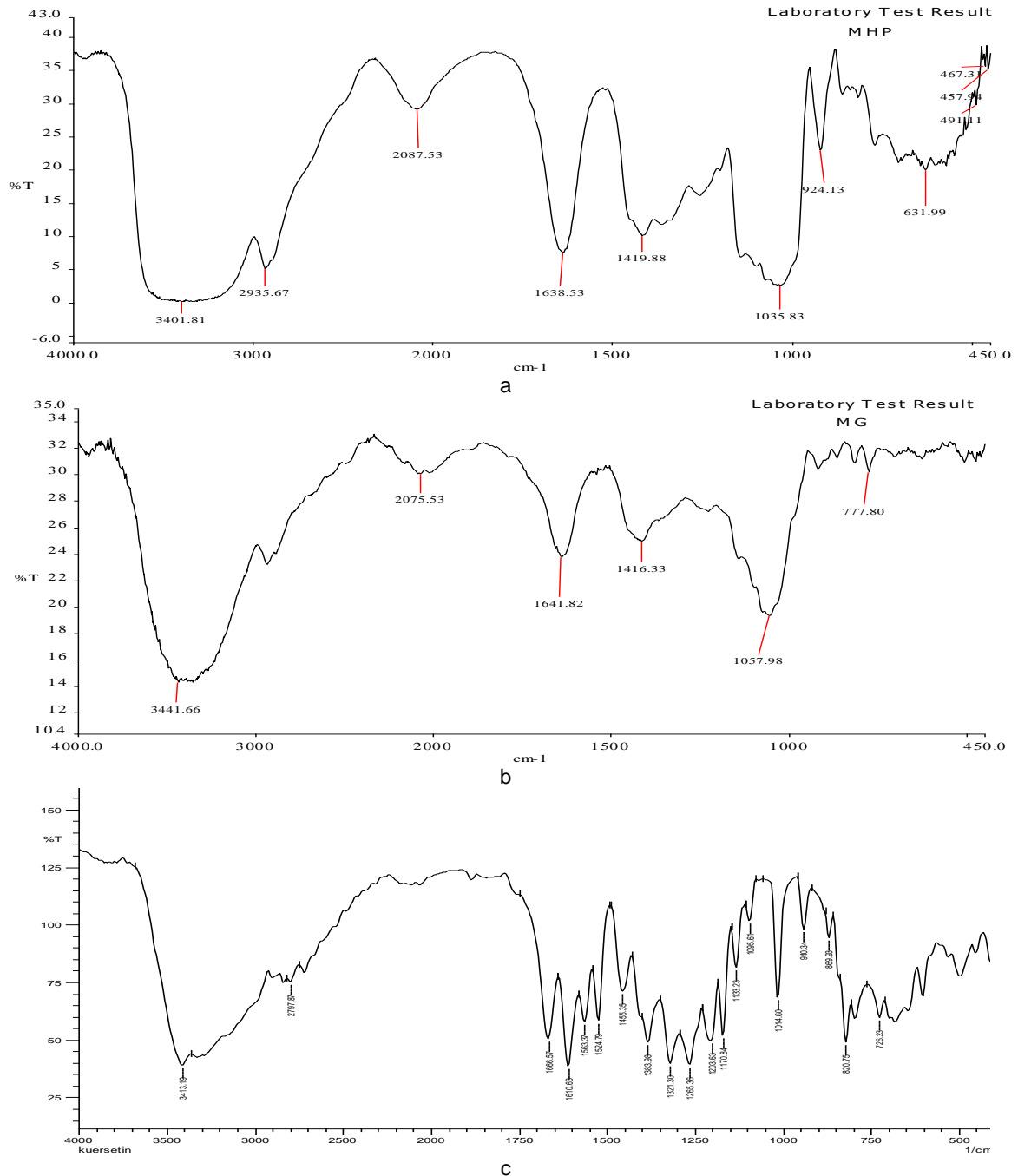
Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel madu lokal memiliki potensi sebagai antikanker dan antioksidan. Nilai LC_{50} yang diperoleh berdasarkan metode BSLT yang berpotensi sebagai antikanker terdapat pada madu yang berasal dari Bali dengan nilai LC_{50} 1,50 ppm. Sementara itu, Nilai IC_{50} yang diperoleh dari metode DPPH menunjukkan bahwa madu yang berasal dari papua memiliki potensi antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 5453,75 ppm. Hasil analisis dengan FTIR menunjukkan bahwa semua sampel madu memiliki kesamaan gugus fungsi utama. Hasil ini menunjukkan pula bahwa madu yang berada di pasaran lokal (Indonesia) sangat potensial

Tabel 5 Gugus fungsi sampel madu yang dapat diserap oleh spektroskopi FTIR

Bilangan gelombang (v) cm^{-1}	Gugus fungsi
3381,27–3341,66	O-H (H-terikat)
2911,96–2945,18	C-H Alifatik
2018,83–2157,54	-C=O=N
1632,83–1643,04	C=C
1411,36–1419,93	CH_3 bengkokan
1035,83–1060,96	C-O
924,13;923,96;920,89;920,87 818,89;818,88 778,96;775,64;778,08	Benzen tersubstitusi

Tabel 6 Perbandingan spektrum FTIR madu Papua, Madu Bali, dan Kuersetin

Madu Papua bilangan gelombang (v) cm ⁻¹	Madu Bali bilangan gelombang (v) cm ⁻¹	Kuersetin bilangan gelombang (v) cm ⁻¹	Gugus fungsi
3401,81	3441,66	3413,19	O-H (H-terikat)
2935,67	TD	2797,87	C-H Alifatik
2087,53	2075,53	TD	-C=O=N
1638,53	1641,82	1666,57	C=C
1419,88	1416,33	1455,35	CH ₃ bengkakan
1035,83	1057,98	1060,87	C-O



Gambar 4 Spektrum FTIR madu Papua (a), madu Bali (b), dan standar kuersetin (c).

untuk dikonsumsi untuk berbagai keperluan, terutama untuk meningkatkan kesehatan.

Sampel yang digunakan dalam penelitian tidak dilakukan proses preparasi awal, sehingga me-

mungkinkan memengaruhi data aktivitas antikanker dan antioksidan. Oleh karena itu, perlu ada kaji ulang aktivitas ini dengan perlakuan awal terhadap sampel yaitu proses ekstraksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta yang telah membiayai penelitian ini melalui dana penelitian individu dan kolektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar MB, Abdullah WZ, Sulaiman SA, Suen AB. 2012. A review of molecular mechanisms of the anti-leukemic effects of phenolic compounds in honey. *International Journal of Molecular Sci.* 13(11): 15054–15073.
- Ahmed S, Othman NH. 2013. Honey as a Potential Natural Anticancer Agent: A Review of Its Mechanisms. *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. DOI 10.1155/2013/829070.
- Al-Mamary M, Al-Meerri A, Al-Haborib M. 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*. 22(9): 1041–1047.
- Bogdanov S. 1997. *Antibacterial Substances in Honey*. Artikel Swiss Bee Research Centre, Switzerland.
- Bourgou S, Ksouri R, Bellila A, Skandrani I, Falleh H, Marzouk B. 2008. Phenolic Composition and Biological Activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots. *Comptes Rendus Biologies*. 331(1): 48–55.
- Chang H, Mi M, Ling W, Zhu J, Zhang Q, Wei N, Zhou Y, Tang Y, Yuan J. 2008. Structurally related cytotoxic effects of flavonoids on human cancer cells in vitro. *Archives of Pharmacal Research*. 31(9): 1137–1144.
- Duthie GG. 1999. Determination of activity of antioxidants in human subjects. *Proceedings of the Nutrition Society*. 58(4): 1015–1024.
- Fauzi AN, Nur Azmi MN, Yaacob NS. 2011. Tualang honey induces apoptosis and disrupts the mitochondrial membrane potential of human breast and cervical cancer cell lines. *Food and Chemical Toxicology*. 49(4): 871–878.
- Ferreira ICFR, Aires E, Barreira JCM, Estevinho LM. 2009. Antioxidant Activity of Portuguese Honey Samples: Different Contributions of the Entire Honey and Phenolic Extract. *Food Chemistry*. 114(4): 1438–1443.
- Fukuda M, Kobayashi K, Hirono Y, Miyagawa M, Ishida T, Ejiogu EC, Sawai M, Pinkerton KE, Takeuchi M, 2009. Jungle honey enhances immune function and antitumor activity. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 1–8.
- Fukuda M, Kobayashi K, Hirono Y, Miyagawa M, Ishida T, Ejiogu EC, Sawai M, Pinkerton KE, Takeuchi M. 2011. Jungle honey enhances immune function and antitumor activity. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 908743: 8.
- Ghasm AA, Othman NH, Khattak MN, Ismail NM, Saini R. 2010. Antiproliferative effect of Tualang honey on oral squamous cell carcinoma and osteosarcoma cell lines. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 10: 49.
- Gheldof N, Wang XH, Engeseth NJ. 2002. Identification and Quantification of Antioxidant Components of Honeys from Various Floral Sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(21): 5870–5877.
- Gheldof N, Engeseth NJ. 2002. Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 8(50): 3050–3055.
- Gheldof N, Wang XH, Engeseth NJ. 2003. Buckwheat honey increases serum antioxidant capacity in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(5): 1500–1505.
- Gribel NV, Pashinski VG. 1990. The antitumor properties of honey. *Voprosy Onkologii*. 36(6): 704–709.
- Hanani E, Mun'im, Abdul, Sekarini R. 2005. Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons *Callyspongia Sp* dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 11(3): 127–133.
- Hudaya A. 2010. Uji Antioksidan dan Antibakteri Bunga Kecombrang (*Etilingera elatior*) terhadap *E.coli* dan *S.aureus* sebagai Pangan Fungsional. [Skripsi]. Jakarta (ID): Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Hutagalung LE. 2008. Perkembangan Perolehan Madu Lebah Hutan (Apis dorsata) oleh Pemanen Madu di Kabupaten Tapanuli Utara. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Indiastuti DN, Purwaningsih Sri, Setiawati Y, Cholies N. 2008. Skrining Pendahuluan Toksisitas Beberapa Tumbuhan Benalu terhadap Larva Udang *Artemia salina* Leach. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 6(2): 81–85.
- Indrayani L, Soetjipto H, Sihasale L. 2006. Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Daun Pencut Kuda (*Stachytarpheta jamacencis* L. Vahl) Terhadap Larva Udang *Artemia salina* Leach. *Journal of Science*. 12: 57–61.
- Jaganathan SK, Mandal M. 2009. Honey constituents and their apoptotic effect in colon cancer cells.

- Journal of Api Product and Api Medical Science*. 1(2): 29–36.
- Juniarti OD, Yuhernita. 2009. Kandungan senyawa kimia, uji toksisitas (BSLT) dan antioksidan (*1,1-diphenyl-2-pikrilhydrazyl*) dari ekstrak daun saga. *Makara Sains*. 13(1): 50–54.
- Kekuda TRP, Vinayaka KS, Kumar SVP, Sudharshan SJ. 2009. Antioxidant and Antibacterial Activity of Lichen Extracts, Honey and Their Combination. *Journal of Pharmacy Research*. 2(12): 1875–1878.
- Kucuk M, Kolayli S, Karaođ lu S, Ulusoy E, Baltaci C, Candan F. 2007. Biological Activities and Chemical Composition of Three Honeys of Different Types from Anatolia. *Food Chemistry*. 100(2): 526–534.
- Lusby PE, Coombes AL, Wilkinson JM. 2005. Bactericidal Activity of Different Honeys against Pathogenic Bacteria. *Archives of Medical Research*. 36(5): 464–467.
- Mariod AA, Ibrahim RM, Ismail M, Ismail N. 2009. Antioxidant Activity and Phenolic Content of Phenolic Rich Fractions from Black Cumin (*Nigella sativa*) seedcake. *Food Chemistry*. 116(1): 306–312.
- Moongkarndi P, Kosem N, Luanratana O, Jongsomboonkusol S, Pongpan N. 2004. Antiproliferative activity of Thai medicinal plant extracts on human breast adenocarcinoma cell line. *Fitoterapia*. 75(3–4): 375–377.
- Noor N, Raja Adil S, Shaukat A, Shahid M. 2014. Antitumor and antioxidant potential of some selected Pakistani honeys. *Food Chemistry*. 43: 362–366.
- Oszmianski J, Lee CY. 1990. Inhibition of polyphenol oxidase activity and browning by honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38(10): 1892–1895.
- Othman NH. 2012. Honey and Cancer: Sustainable Inverse Relationship Particularly for Developing Nations-A Review Hindawi Publishing Corporation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2012: 10.
- Permana DN, Hj. Lajis, Abas F, Othman AG, Ahmad R, Kitajama M, Takayama H, Aini N. 2003. Antioxidative Constituent of Hedotis Diffusa Wild. *Natural Product Sciences*. 19: 1–6.
- Ramadhani AN. 2009. Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Terhadap Larva *Artemia Salina Leach* dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). [Laporan Akhir]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Rohman A, Riyanto S. 2005. Daya antioksidan ekstrak etanol Daun Kemuning (*Murraya paniculata* (L) Jack) secara *in vitro*. *Majalah Farmasi Indonesia*. 16(3): 136–140.
- Samarghandian S, Afshari JT, Davoodi S. 2011. Honey induces apoptosis in renal cell carcinoma. *Pharmacognosy Magazine*. 7(25): 46–52.
- Samarghandian S, Samini F, Taghavi M. 2014. Antiproliferative and cytotoxic properties of honey in human prostate cancer cell line (PC-3): Possible mechanism of cell growth inhibition and apoptosis induction African. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 8(1): 9–15.
- Sukandar D, Hermanto S, Lestari E. 2007. Uji Toksisitas Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb.*) dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). [Laporan Penelitian]. Jakarta (ID): Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Tomasin R, Gomes-Marcondes MCC. 2011. Oral administration of *Aloe vera* and honey reduces walker tumour growth by decreasing cell proliferation and increasing apoptosis in tumour tissue. *Phytotherapy Research*. 25(4): 619–623.
- Tsiapara AV, Jaakkola M, Chinou I, Graikou K, Tolonen T, Virtanen V, Moutsatsou P. 2009. Bioactivity of Greek honey extracts on breast cancer (MCF-7), prostate cancer (PC-3) and endometrial cancer (Ishikawa) cells: profile analysis of extracts. *Food Chemistry*. 116(3): 702–708.
- Turkmen N, Sari F, Poyrazoglu ES, Velioglu YS. 2006. Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chemistry*. 95(4): 653–657.
- Zuhra CF, Juliarti BT, Herlince S. 2008. Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid Dari Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.). *Jurnal Biologi Sumatra*. 3(1): 7–10.