

KOMPOSISI ASAM LEMAK MINYAK KELAPA MURNI (*VIRGIN COCONUT OIL*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTI KANDIDIASIS

Arina Novilla¹, Perdina Nursidika¹, Wikan Mahargyani¹

¹ Stikes Jenderal Achmad Yani Cimahi, Jalan Terusan Jenderal Sudirman Cimahi

*E-mail: *arin_novilla@yahoo.co.id

**E-mail: Perdina.sidika@gmail.com

***E-mail: wikanmahargyani@gmail.com

Diterima: 10 April 2017. Disetujui: 23 Juli 2017. Dipublikasikan: 30 Juli 2017

Abstract: *Candida albicans* is fungi that cause 50-90% candidiasis in human. *Candida albicans* is commensal and opportunistic pathogen which interfere gastrointestinal, oropharynx, and female genitalia. *Candida albicans* resistant to standard antifungal due to repeated use of antifungal. Virgin coconut oil (VCO) contain fatty acid which effective as antifungal. The previous study showed the result of Kirby Bauer method on antifungal effect of 7.5% fatty acid in VCO were able to inhibit *Candida albicans*, this concentration is equal to nystatin 195 unit. Gas chromatography mass spectrometry showed the fatty acids are caproic acid (0.187%), cyclopropanepentanoic acid (1,12%), nonanoic acid (0.54%), lauric acid (32.73%), myristic acid (28.55%), palmitic acid (17.16%), oleic acid (14.09%), and octadecanoic acid (5.68%). Saturated and unsaturated fatty acid in VCO are able to inhibit the growth of *Candida albicans*.

Keywords: Antifungal, *Candida albicans*, candidiasis, fatty acid, VCO

Abstrak: *Candida albicans* merupakan jamur penyebab 50-90% kandidiasis pada manusia. *Candida albicans* merupakan patogen komensal dan dapat menjadi oportunistis, pada saluran gastrointestinal, orofaring, dan kelamin wanita. Terjadinya resistensi pada pengobatan kandidiasis diakibatkan karena pemakaian yang berulang. Minyak kelapa murni (VCO) mengandung asam lemak yang dapat berfungsi sebagai antijamur. Hasil uji antijamur metode Kirby Bauer VCO terhadap *Candida albicans* menunjukkan pada konsentrasi 7.5% dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*, nilai ini sebanding dengan nystatin 195 unit. Hasil kromatografi gas spektrometri massa, asam lemak yang terkandung dalam VCO tersebut yaitu asam kaproat (0,187%), asam oktanoat (1,12%), asam siklopropanapentanoat (0,54%), asam laurat (32,73%), asam miristat (28.55%), asam palmitat (17,16%), asam oleat (14,09%), dan asam stearat (5,68%). Asam lemak jenuh dan tidak jenuh dalam VCO terbukti dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*.

Kata kunci: Asam lemak, antijamur, *Candida albicans*, kandidiasis, VCO

PENDAHULUAN

Minyak kelapa murni (*Virgin coconut oil/VCO*) merupakan produk olahan kelapa yang melalui proses pengolahan secara singkat, sehingga dapat mempertahankan komponen alami dari kelapa (Dayrit et al., 2007). Komponen alami dari kelapa ini dapat berfungsi sebagai anti inflamasi, analgesic, dan antipiretik, karena kemampuannya mengurangi pembentukan transudate, pembentukan granuloma, dan aktivitas serum alkali fosfatase (Intahphuak et al., 2010). Minyak kelapa murni juga memiliki efek antimikroba (Shilling et al., 2013).

Efek antimikroba dari VCO terbukti dapat menghambat *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 25619), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29737), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228) dan *Propionibacterium acnes* (ATCC 6918) (Silalahi et al., 2014). Selain, sebagai antibakteri, VCO efektif juga terhadap beberapa spesies jamur, seperti *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis*, *Candida stellatoidea*, dan *Candida krusei* (Ogbolu et al., 2007). Ekstrak methanol dari VCO berfungsi baik sebagai penghambat *Candida albican* sebanding dengan antijamur

standar yaitu nystatin (Novilla et al., 2016).

Candida albicans merupakan jamur penyebab 50-90% kandidiasis pada manusia (Martins et al., 2014). *Candida albicans* secara umum merupakan pathogen komensal yang ada di saluran gastrointestinal, orofaring, dan kelamin wanita. Tetapi, *Candida albicans* dapat menjadi pathogen oportunistis pada manusia (Odds, 2010).

Pengobatan dengan obat jamur standard diduga dapat menyebabkan toksisitas obat dan adanya resisten. Hal ini disebabkan karena pengobatan berulang sehingga terjadi penekanan system imun bagi pasien yang menggunakan obat antijamur sebagai profilaksis (Ruhnke, 2006).

Toksisitas yang ditimbulkan akibat pemakaian beberapa obat antijamur di antaranya kerusakan ginjal yang tidak dapat disembuhkan walaupun obat dihentikan, anemia hemolitik, gangguan fungsi alat pencernaan dan juga hati. Resistensi terhadap antijamur sebagai akibat perubahan enzim sehingga menyebabkan demetilasi yang mengganggu sintesis ergosterol jamur, produksi enzim yang berlebihan pada jamur, mutasi jalur metabolisme ergosterol yang mengakibatkan penumpukan sterol toksik, dan komponen

sterol pada membran sel berkurang (Novilla et al., 2016)

Mekanisme resistensi antifungal antara lain: penurunan konsentrasi efektif obat, perubahan target obat, dan perubahan metabolisme (Sanglard, 2016). Secara spesifik resistensi antijamur terjadi akibat formasi lanjutan saluran porin yang memicu terjadinya kehilangan potensi transmembrane dan kelainan fungsi sel. Beberapa resistensi antijamur terjadi karena mutasi sitosin deaminase atau urasil fosforibosil transferase (Kanafani and Perfect, 2008).

Berdasarkan fakta tersebut, banyaknya penelitian dalam upaya mencari antijamur alami yang baru, salah satunya dari VCO. Kemampuan antijamur VCO, diduga karena kandungan asam lemak yang terkandung dalam VCO (Arif et al., 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi asam lemak yang berfungsi sebagai antijamur dari VCO. VCO yang digunakan sebelumnya telah digunakan sebagai anti jamur dan efektif menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Pada penelitian sebelumnya, menunjukkan asam lemak VCO dalam fraksi n-heksan dan metanol hasil hidrolisis berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *C. albicans*. Fraksi n-heksan konsentrasi minimal yang

memberikan hambatan yaitu 75% dengan diameter hambatan rata-rata sebesar 3,3 mm, sebanding dengan antibiotik nistatin 195 unit. Fraksi metanol memberikan hambatan dimulai pada konsentrasi 75% dengan diameter hambatan rata-rata sebesar 4 mm, sebanding dengan antibiotik nistatin 195 unit. Hasil konsentrasi hambat minimum masing-masing asam lemak untuk fraksi metanol konsentrasi 25% dan fraksi n-heksan 100%. (Novilla et al., 2016).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang bersifat deskriptif. Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian aktivitas antijamur dari VCO terhadap *Candida albicans* menggunakan metode Kirby Bauer. Untuk mengetahui komposisi asam lemak yang terdapat dalam VCO yang memiliki aktivitas antijamur, dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spektrometry* (GC-MS) yang sesuai dengan SNI 7381-2008 dan standar CODEX 19-1991 rev. 2-1999.

Analisis kandungan asam lemak dalam VCO

Sebanyak 1 mL VCO dimasukkan dalam labu leher tiga, kemudian ditambah dengan BF_3 dalam metanol dan direaksikan selama 2,5 jam pada suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$. Setelah dingin, ke dalam larutan tersebut ditambahkan 1 mL n-heksana dan lapisan ester diambil untuk dianalisis menggunakan GC-MS (Shimadzu QP 5050 A).

Kondisi analisis komponen asam lemak VCO menggunakan GC-MS adalah sebagai berikut: injektor mode split (1:9), tekanan 62 kPa, suhu detektor $290\text{ }^\circ\text{C}$, suhu injektor $300\text{ }^\circ\text{C}$, waktu analisa 15 menit, dan laju alir 36 mL/menit. Kolom yang digunakan adalah HP 5 MS (panjang 30 meter, \varnothing 0,32 mm, suhu kolom $60\text{ }^\circ\text{C}$ sampai $290\text{ }^\circ\text{C}$) dengan volume injeksi sebanyak 0,2 μL .

Data yang diperoleh berupa kromatogram GC dan spektrum MS. Kedua hasil tersebut disandingkan untuk mengidentifikasi jenis asam lemak yang terdapat dalam VCO.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan VCO sebagai antijamur merupakan efek dari asam lemak yang terkandung di dalamnya. Asam lemak dapat digunakan sebagai pengganti senyawa kimia, karena kemampuan asam

lemak yang menghambat jamur tanpa berefek pada organisme inang (Liu et al., 2008). Asam lemak dalam VCO dapat langsung bekerja pada membrane jamur sehingga mencegah resistensi dan memperpendek umur hidup jamur (Avis, 2007).

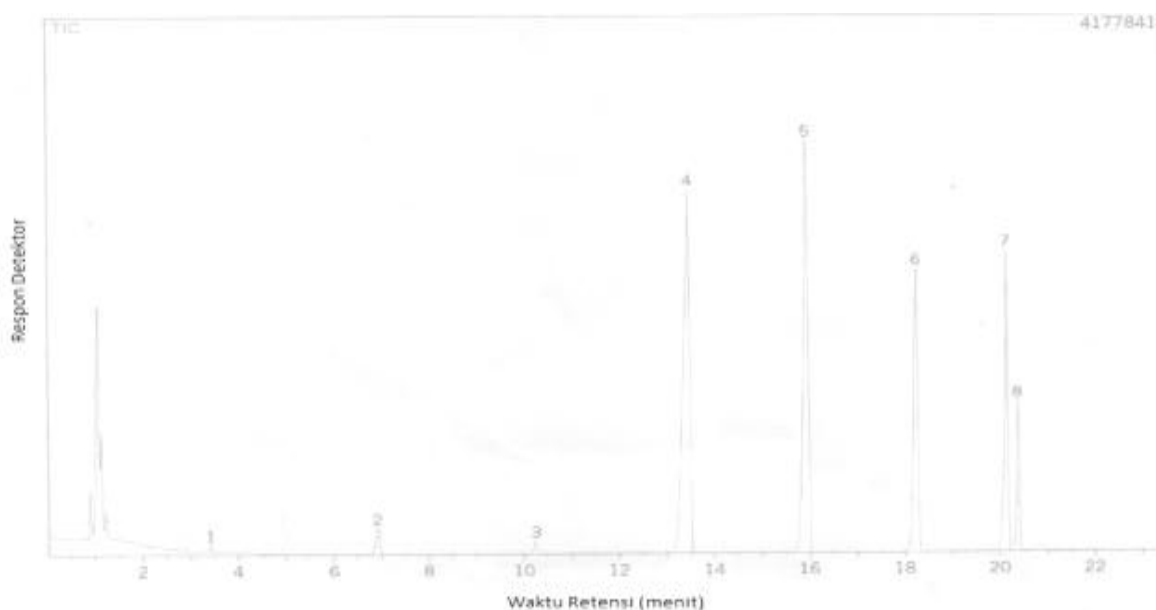
Pada penelitian ini, kandungan asam lemak dalam VCO yang berpotensi sebagai antikandidiasis dianalisis menggunakan GC-MS. Asam lemak memiliki titik didih yang relatif tinggi. Sebelum analisis dilakukan, asam lemak diderivatisasi menjadi ester untuk menurunkan titik didihnya. Kromatogram yang dihasilkan dari analisis gas kromatografi disajikan pada Gambar 1 dan fragmentasi dari spektrometri massa disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan kromatogram yang disajikan pada Gambar 1 menunjukkan adanya 8 puncak, dimana masing-masing puncak mewakili satu jenis asam lemak. Senyawa dengan titik didih lebih rendah akan keluar terlebih dahulu dari kolom, sehingga waktu retensinya lebih cepat dibanding dengan senyawa dengan titik didih yang lebih tinggi.

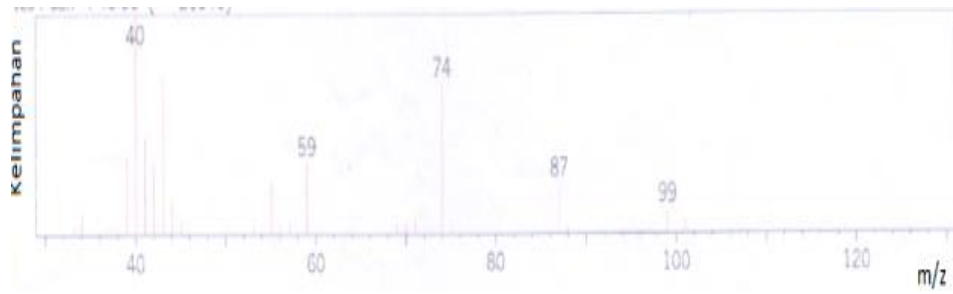
Puncak pertama muncul pada waktu retensi 3,425 dengan nilai m/z 130 dan *base peak* 40 yang merupakan fragmentasi dari metil kaproat. Puncak kedua muncul pada waktu retensi 6,933

dengan nilai m/z 158 dan *base peak* 41 yang merupakan fragmentasi dari metil kaprilat. Puncak ketiga dan keempat muncul pada waktu retensi 10,25 dan 13,483. Puncak ketiga memiliki nilai m/z 143 dengan *base peak* 41 yang merupakan fragmentasi metil siklopropanpentanoat. Puncak keempat memiliki nilai m/z 214 dengan *base peak* 74 merupakan fragmentasi dari metil laurat. Selanjutnya puncak kelima hingga kedelapan berturut-turut muncul pada waktu retensi 16,067; 18,358; 20,242;

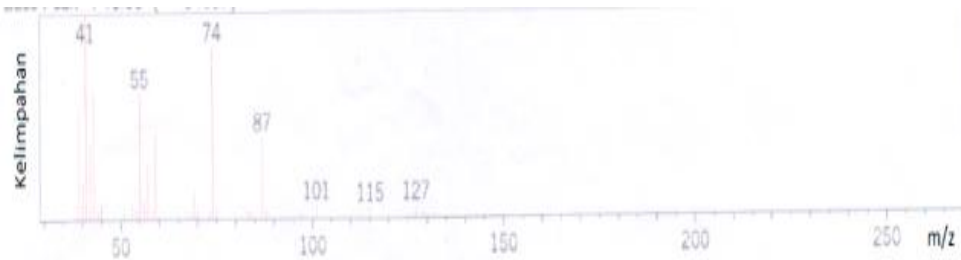
dan 20,242. Puncak kelima identik dengan fragmentasi dari metil palmitat yang memiliki m/z 242 dengan *base peak* 74. Puncak keenam memiliki nilai m/z 270 dengan *base peak* 74 yang merupakan fragmentasi dari metil palmitat. Puncak ketujuh memiliki nilai m/z 296 dengan *base peak* 55 merupakan fragmentasi dari metil oleat. Puncak kedelapan memiliki nilai m/z 298 dengan *base peak* 74 merupakan fragmentasi dari metil stearat.



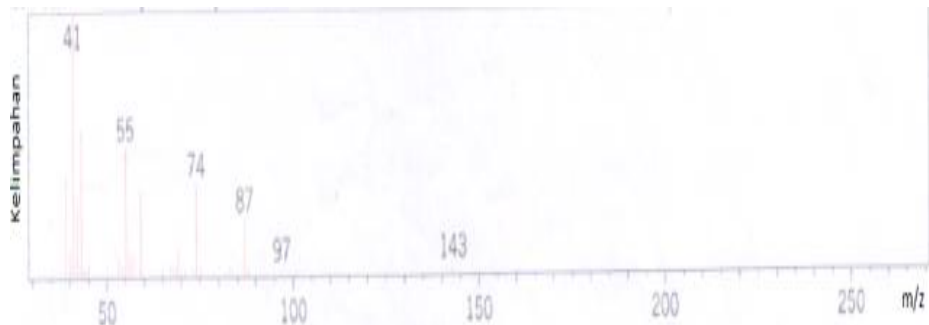
Gambar 1. Kromatogram hasil derivatisasi VCO



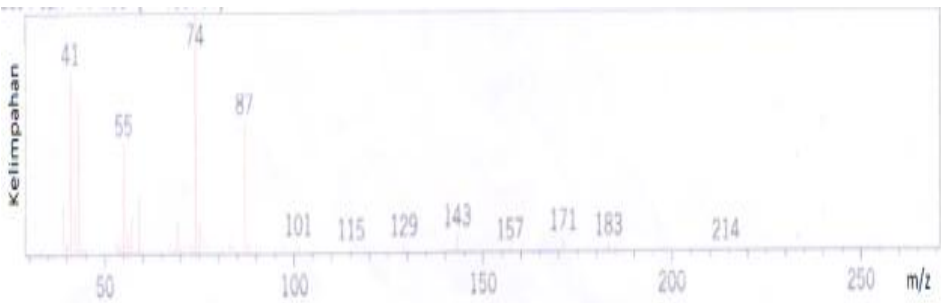
(1)



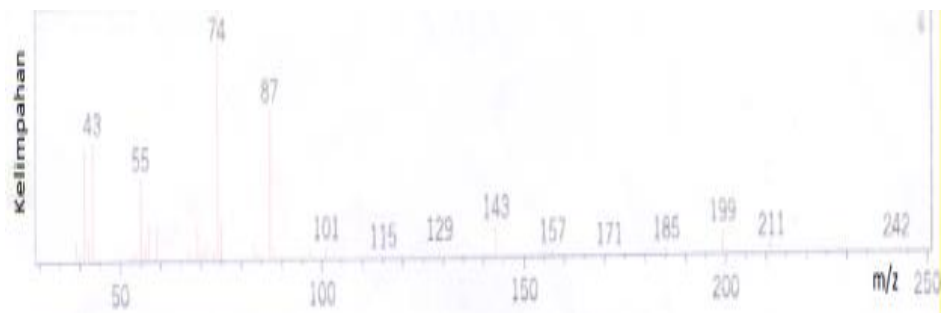
(2)



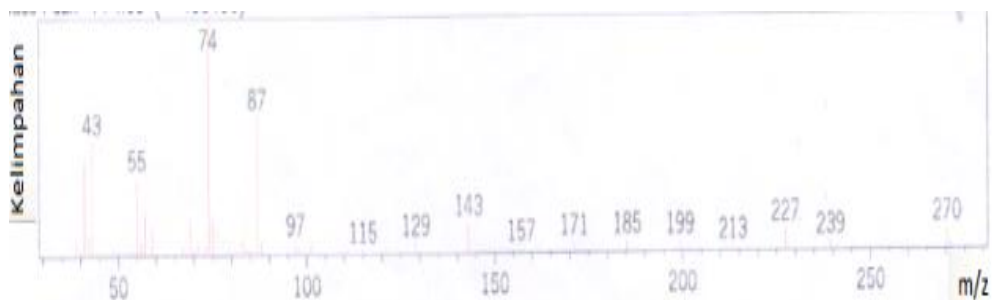
(3)



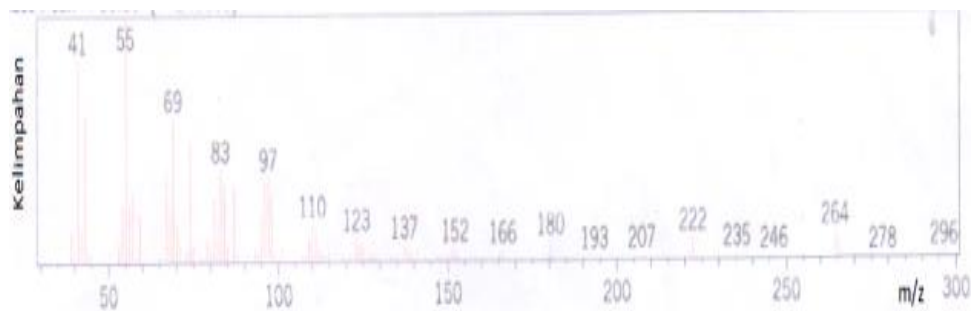
(4)



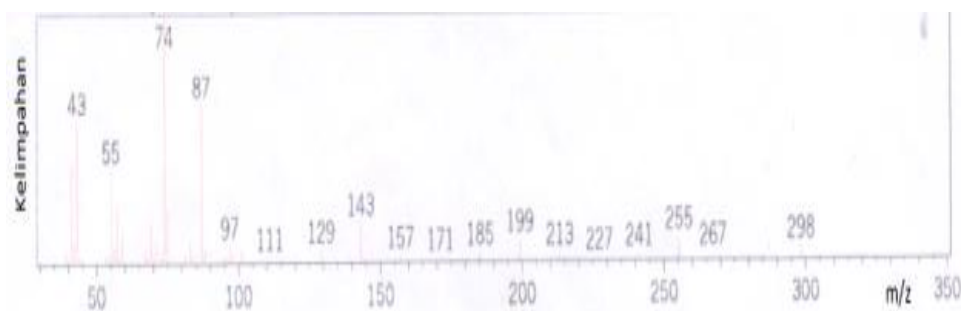
(5)



(6)



(7)



(8)

Gambar 2. Fragmentasi hasil derivatisasi VCO dari puncak ke-1 sampai ke-8: 1) Metil kaproat; 2) Metil kaprilat; 3) Metil siklopropanpentanoat; 4) Metil laurat; 5) Metil miristat; 6) Metil palmitat; 7) Metil oleat; 8) Metil stearat.

Berdasarkan pola fragmentasi MS dari masing-masing puncak diketahui bahwa komposisi asam lemak dalam VCO yang dapat menghambat *Candida albicans* adalah seperti tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Asam Lemak dalam VCO

Puncak	Persentase (%)	Asam lemak
1	0,187	Asam kaproat
2	1,12	Asam oktanoat
3	0,54	Asam siklopropanpentanoat
4	32,73	Asam laurat
5	28,55	Asam miristat
6	17,16	Asam palmitat
7	14,09	Asam oleat
8	5,68	Asam stearat

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat beberapa komponen utama yang terdapat dalam VCO tersebut yaitu asam laurat sebesar 32,73% dan asam miristat sebesar 28,55%. Asam lemak yang terdapat dalam VCO tersebut merupakan asam lemak jenuh dan tak jenuh. Senyawa yang termasuk dalam asam lemak jenuh yaitu, asam kaproat, asam kaprilat, asam miristat, asam palmitat dan asam laurat, sedangkan asam lemak tak jenuh yaitu asam siklopropanpentanoat, asam oleat, dan asam stearat.

Asam lemak jenuh dan tidak jenuh memiliki potensi sebagai anti jamur. (Sado-Kamdem et al., 2009). Gugus hidrofobik pada asam lemak memiliki peranan dalam bioaktivitas. Peningkatan hidrofobisitas dengan rantai panjang dapat menurunkan kelarutan dalam air dan gugus hidrofobik dapat menghambat interaksi asam lemak dengan membrane posfolipid (Pohl et al., 2011).

Target aksi asam lemak adalah membran sel. Asam lemak akan mengganggu rantai transpor elektron, dan fosforilasi oksidatif. Selain mengganggu produksi energi seluler, aksi asam lemak dihasilkan dari penghambatan aktivitas enzim, kegagalan pengambilan nutrisi, pembentukan peroksidasi, dan degradasi autooksidasi produk atau lisis langsung sel bakteri. (Desbois and Smith, 2010)

Antijamur menjadikan membrane jamur sebagai target utama untuk menghambat pertumbuhan jamur, hal ini karena membran berfungsi untuk menjaga fungsi sel jamur (Avis, 2007). Mekanisme anti jamur asam lemak yaitu dengan cara interaksi langsung dengan membrane sel jamur. Asam lemak akan masuk ke dalam lapisan lemak (*lipid bilayer*) pada membrane sel dan secara fisik mengganggu membrane, sehingga terjadi peningkatan fluiditas membrane. Peningkatan fluiditas membrane menyebabkan membrane sel tidak teratur sehingga terjadi perubahan konformasi protein membrane, pengeluaran komponen intraseluler, kelainan sitoplasma, dan disintegrasikan sel (Avis and Bélanger, 2001). Kandungan membrane sel jamur berfungsi sebagai buffer untuk menginduksi peningkatan fluiditas membrane, sehingga membrane dengan kandungan sterol yang rendah sensitive terhadap peningkatan fluiditas membrane (Dufourc, 2008).

Asam kaproat (10:0) efektif dalam menghambat *Candida albicans*. Asam kaproat menyebabkan kerusakan dan penyusutan sitoplasma, akibat terganggunya membrane sel jamur. Sedangkan asam laurat (12:0) aktif pada konsentrasi rendah dalam waktu inkubasi yang lebih lama (Bergsson et al., 2001).

Asam kaproat dapat menghambat pembentukan hifa, juga dapat mengurangi pembentukan biofilm dan penempelan *Candida albicans* (Murzyn et al., 2010). Asam miristat memiliki kemampuan menghambat *candida albicans* (Altieri et al., 2009). Asam miristat memiliki kemampuan menghambat *Candida albicans* dengan merusak biofilm jamur (Huang et al., 2011).

Hasil analisis menunjukkan beberapa asam lemak yang ada di VCO yang digunakan pada penelitian ini merupakan asam lemak tidak jenuh yaitu, asam siklopropanapentanoat, asam oleat, dan asam oktadekanoat. Asam lemak tidak jenuh memiliki aktivitas antimikroba yang lebih baik dari asam lemak jenuh. Hal ini karena asam lemak tidak jenuh mengandung ikatan C=C yang dapat membantu asam lemak memasuki membran (Avis and Bélanger, 2001). Asam lemak tidak jenuh dapat meningkatkan stres oksidatif pada membran sel jamur (Thibane et al., 2010).

Asam palmitate (C:16) merupakan asam lemak yang juga bersifat antijamur (Altieri et al., 2009). *Candida albicans* memiliki banyak enzim yang terlibat dalam pembentukan dinding sel, salah satunya adalah (1,3)- β -D-glucan sintase

(Chaffin, 2008). Enzim ini merupakan target obat dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Senyawa derivat asam palmitooleat (C16:1) telah terbukti menghambat enzim (1,3)- β -D-glucan sintase, sehingga hambatan pembentukan (1,3)- β -D-glucans (Souza et al., 2015). Asam palmitooleat memiliki kemampuan menghambat penempelan *Candida albicans* pada kulit (Wille and Kydonieus, 2003).

Asam linoleate (18:2) mampu menghambat pertumbuhan jamur dan efektif sebagai antijamur (Agoramoorthy et al., 2007). Asam linoleate dan derivatnya, memiliki kemampuan merusak struktur dari dinding sel jamur, karena menghambat enzim glucan sintase (Debono et al., 1995). Asam stearadonat (18:4) memiliki efek penghambatan terhadap aktivitas mitokondria dan pembentukan biofilm *Candida albicans* (Thibane et al., 2010). Asam arakhidonat (20:4) merupakan asam lemak tidak jenuh yang dapat meningkatkan suseptibilitas biofilm yang dibentuk oleh spesies *Candida*, sehingga pembentukan biofilm dari jamur tersebut dapat dihambat (Ells et al., 2009).

Hasil dari penanaman *C. albicans* terlebih dahulu kemudian ditambah asam lemak menunjukkan hanya asam lemak dapat menghambat *C. albicans*. pada

penderita kandidiasis awal infeksi. Hal ini menunjukkan dengan pemberian minyak kelapa murni pada awal infeksi yang dapat menghambat penyakit menjadi lebih parah (Novilla et al., 2016). Asam lemak dalam VCO mampu meningkatkan imunitas pada penderita kandidiasis (Winarsi et al., 2009).

KESIMPULAN

Hasil kromatografi gas spektrometri massa, asam lemak yang terkandung

dalam VCO tersebut yaitu asam kaproat (0,187%), asam siklopropanapentanoat (1,12%), asam nonanoat (0.54%), asam laurat (32,73%), asam miristat (28.55%), asam palmitat (17.16%), asam oleat (14.09%), dan asam oktadekanoat (5.68%). Asam lemak jenuh dan tidak jenuh dalam VCO terbukti dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*.

DAFTAR RUJUKAN

- Agoramoorthy, G., Chandrasekaran, M., Venkatesalu, V., Hsu, M.J., 2007. Antibacterial and antifungal activities of fatty acid methyl esters of the blind-your-eye mangrove from India. *Braz. J. Microbiol.* 38, 739–742.
- Altieri, C., Bevilacqua, A., Cardillo, D., Sinigaglia, M., 2009. Antifungal activity of fatty acids and their monoglycerides against *Fusarium* spp. in a laboratory medium. *Int. J. Food Sci. Technol.* 44, 242–245.
- Arif, T., Bhosale, J.D., Kumar, N., Mandal, T.K., Bendre, R.S., Lavekar, G.S., Dabur, R., 2009. Natural products--antifungal agents derived from plants. *J. Asian Nat. Prod. Res.* 11, 621–638.
- Avis, T.J., 2007. Antifungal compounds that target fungal membranes: applications in plant disease control. *Can. J. Plant Pathol.* 29, 323–329.
- Avis, T.J., Bélanger, R.R., 2001. Specificity and mode of action of the antifungal fatty acid cis-9-heptadecenoic acid produced by *Pseudozyma flocculosa*. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 956–960.
- Bergsson, G., Arnfinnsson, J., Steingrímsson O, null, Thormar, H., 2001. In vitro killing of *Candida albicans* by fatty acids and monoglycerides. *Antimicrob. Agents Chemother.* 45, 3209–3212.

- Chaffin, W.L., 2008. *Candida albicans* Cell Wall Proteins. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 72, 495–544.
- Dayrit, F.M., Buenafe, O.E.M., Chainani, E.T., de Vera, I.M.S., Dimzon, I.K.D., Gonzales, E.G., Santos, J.E.R., 2007. Standards for essential composition and quality factors of commercial virgin coconut oil and its differentiation from RBD [refined bleached and deodorized]. *Philipp. J. Sci. Philipp.*
- Debono, M., Turner, W.W., LaGrandeur, L., Burkhardt, F.J., Nissen, J.S., Nichols, K.K., Rodriguez, M.J., Zweifel, M.J., Zeckner, D.J., 1995. Semisynthetic Chemical Modification of the Antifungal Lipopeptide Echinocandin B (ECB): Structure-Activity Studies of the Lipophilic and Geometric Parameters of Polyarylated Acyl Analogs of ECB. *J. Med. Chem.* 38, 3271–3281.
- Desbois, A.P., Smith, V.J., 2010. Antibacterial free fatty acids: activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85, 1629–1642.
- Dufourc, E.J., 2008. Sterols and membrane dynamics. *J. Chem. Biol.* 1, 63–77.
- Ells, R., Kock, J.L.F., Wyk, V., J, P.W., Botes, P.J., Pohl, C.H., 2009. Arachidonic acid increases antifungal susceptibility of *Candida albicans* and *Candida dubliniensis*. *J. Antimicrob. Chemother.* 63, 124–128.
- Huang, C.B., Alimova, Y., Myers, T.M., Ebersole, J.L., 2011. Short- and medium-chain fatty acids exhibit antimicrobial activity for oral microorganisms. *Arch. Oral Biol.* 56, 650–654.
- Intahphuak, S., Khonsung, P., Panthong, A., 2010. Anti-inflammatory, analgesic, and antipyretic activities of virgin coconut oil. *Pharm. Biol.* 48, 151–157.
- Kanafani, Z.A., Perfect, J.R., 2008. Resistance to Antifungal Agents: Mechanisms and Clinical Impact. *Clin. Infect. Dis.* 46, 120–128.
- Liu, S., Ruan, W., Li, J., Xu, H., Wang, J., Gao, Y., Wang, J., 2008. Biological control of phytopathogenic fungi by fatty acids. *Mycopathologia* 166, 93–102.
- Martins, N., Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Silva, S., Henriques, M., 2014. Candidiasis: Predisposing Factors, Prevention, Diagnosis and Alternative Treatment. *Mycopathologia* 177, 223–240.

- Murzyn, A., Krasowska, A., Stefanowicz, P., Dziadkowiec, D., Łukaszewicz, M., 2010. Capric Acid Secreted by *S. boulardii* Inhibits *C. albicans* Filamentous Growth, Adhesion and Biofilm Formation. *PLOS ONE* 5, e12050.
- Novilla, A., Nursidika, P., Resmelia, M., 2016. Potensi Asam Lemak Pada Minyak Kelapa Murni Dalam Menghambat *Candida Albicans* Secara In Vitro. *Maj. Kedokt. Bdg.* 48, 200–204.
- Odds, F.C., 2010. Molecular phylogenetics and epidemiology of *Candida albicans*. *Future Microbiol.* 5, 67–79. doi:10.2217/fmb.09.113
- Ogbolu, D. o., Oni, A. a., Daini, O. a., Oloko, A. p., 2007. In Vitro Antimicrobial Properties of Coconut Oil on *Candida* Species in Ibadan, Nigeria. *J. Med. Food* 10, 384–387.
- Pohl, C.H., Kock, J.L., Thibane, V.S., 2011. Antifungal free fatty acids: a review. *Sci. Microb. Pathog. Curr. Res. Technol. Adv.* 1, 61–71.
- Ruhnke, M., 2006. Epidemiology of *Candida albicans* infections and role of non-*Candida-albicans* yeasts. *Curr. Drug Targets* 7, 495–504.
- Sado-Kamdem, S.L., Vannini, L., Guerzoni, M.E., 2009. Effect of alpha-linolenic, capric and lauric acid on the fatty acid biosynthesis in *Staphylococcus aureus*. *Int. J. Food Microbiol.* 129, 288–294.
- Sanglard, D., 2016. Emerging Threats in Antifungal-Resistant Fungal Pathogens. *Front. Med.* 3.
- Shilling, M., Matt, L., Rubin, E., Visitacion, M.P., Haller, N.A., Grey, S.F., Woolverton, C.J., 2013. Antimicrobial effects of virgin coconut oil and its medium-chain fatty acids on *Clostridium difficile*. *J. Med. Food* 16, 1079–1085.
- Silalahi, J., Permata, Y., Putra, E.D. lux, 2014. Antibacterial Acitivity of Hydrolyzed Virgin Coconut Oil. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 7, 90–94.
- Souza, T.B. de, Bretas, A.C.O., Alves, R.J., Magalhães, T.F.F., Stoianoff, M.A.R., Souza, T.B. de, Bretas, A.C.O., Alves, R.J., Magalhães, T.F.F., Stoianoff, M.A.R., 2015. Synthesis and antifungal activity of palmitic acid-based neoglycolipids related to papulacandin D. *Quím. Nova* 38, 1282–1288.
- Thibane, V.S., Kock, J.L.F., Ells, R., Wyk, P.W.J. van, Pohl, C.H., 2010. Effect of Marine Polyunsaturated Fatty Acids on Biofilm Formation of *Candida albicans* and *Candida dubliniensis*. *Mar. Drugs* 8, 2597–2604.

Wille, J.J., Kydonieus, A., 2003. Palmitoleic Acid Isomer (C16:1 Δ 6) in Human Skin Sebum Is Effective against Gram-Positive Bacteria. *Skin Pharmacol. Physiol.* 16, 176–187.

Winarsi, H., Hernayanti, H., Purwanto, A., 2009. Virgin Coconut Oil (VCO) Enriched with Zn as Immunostimulator for Vaginal Candidiasis Patient. HAYATI J. Biosci. 15, 135.