

Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Jeruk Purut (*Citrus hystrix DC*) terhadap *Klebsiella pneumoniae* ATCC

Antibacterial Activity Test of Kaffir Lime (Citrus hystrix DC) Essential Oil Against Klebsiella pneumoniae ATCC

Nasrullah Jamaluddin, Maimunah Hindun Pulungan*, Warsito
Department of Agro-industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology
University of Brawijaya, Malang, Indonesia
*hindunmaimunah@yahoo.com

Received: 24th January, 2017; 1st Revision: 12th July, 2017; 2nd Revision: 12th July, 2017; Accepted: 14th July, 2017

Abstrak

Tujuan penelitian adalah membandingkan aktivitas antibakteri minyak atsiri ranting, kulit buah dan daun jeruk purut (*Citrus hystrix DC*) terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC, serta mengetahui pengaruh konsentrasi minyak atsiri jeruk purut (*Citrus hystrix DC*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak tersarang (*nested design*) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis minyak atsiri (ranting, kulit buah dan daun jeruk purut). Faktor kedua adalah konsentrasi (100 µl/ml, 300 µl/ml dan 500 µl/ml). Diulang sebanyak 3 kali. Etanol 95% sebagai kontrol positif dan aquades steril sebagai kontrol negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri yang berasal dari kulit buah jeruk purut memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* ATCC lebih kuat dari pada yang berasal ranting dan daun. Jumlah minyak atsiri kulit buah jeruk purut, ranting maupun daun jeruk purut tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* ATCC.

Kata kunci: antibakteri, jeruk purut (*Citrus hystrix DC*), *Klebsiella pneumoniae* ATCC, minyak atsiri

Abstract

The objective of the study was to compare the antibacterial activity of essential oil of twigs, kaffir lime peels and leaves (*Citrus hystrix DC*) to *Klebsiella pneumoniae* ATCC bacteria, and to know the effect of citrus hystrix DC in limiting the growth of *Klebsiella pneumoniae* ATCC bacteria. The experimental design used was a nested design with two factors. The first factor is the type of essential oil (twigs, kaffir lime peels and leaves). The second factor is concentration (100 µl / ml, 300 µl / ml and 500 µl / ml). Repeated 3 times. Ethanol 95% as positive control and sterile aquades as negative control. The results showed that the essential oil derived from the kaffir lime peels has the ability to inhibit the growth of *Klebsiella pneumoniae* ATCC stronger than that derived from twigs and leaves. The amount of essential oil of kaffir lime leaves, twigs and leaves of kaffir lime has no effect on the growth of *Klebsiella pneumoniae* ATCC.

Keywords: antibactery, essential oil, kaffir lime (*Citrus hystrix DC*), *Klebsiella pneumoniae* ATCC

PENDAHULUAN

Jeruk purut (*Citrus hystrix DC*) merupakan tanaman yang telah dikenal masyarakat memiliki banyak kegunaan. Hampir setiap bagian dari jeruk purut dapat dimanfaatkan mulai dari daun, kulit buah dan rantingnya. Umumnya jeruk purut digunakan sebagai *flavour* alami pada berbagai produk makanan dan minuman. *Flavour* yang dihasilkan jeruk purut berasal dari minyak atsiri yang dikandungnya. Minyak atsiri jeruk purut telah diketahui memiliki kemampuan antibakteri karena kandungan senyawa yang dimilikinya (Agusta, 2000).

Penelitian yang dilakukan Warsito (2017) menyatakan bahwa minyak atsiri kulit buah

jeruk purut mengandung komponen utama β-pinen (21,44%), sitronelal (20,91%), limonen (12,59%) dan terpinen-4-ol (11,93%), sedangkan pada minyak atsiri ranting jeruk purut komponen utamanya tersusun atas sitronelal (81,52%), linalol (6,10%), dan sitronelil asetat (3,62%). Pada minyak atsiri daun jeruk purut memiliki komponen utama sitronelal (85,07%), linalol (3,46%) dan sabinen (2,79%). Senyawa β-pinene telah terbukti mempunyai efek antibakteri dengan cara menghambat sintesis DNA, RNA dinding polisakarida dan ergosterol membran sel (Chanthaphon *et al.*, 2006). Miftahendarwati (2014), menjelaskan bahwa minyak atsiri jeruk purut mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* pada konsentrasi 25%.

Potensi penggunaan minyak atsiri dari daun, ranting dan kulit buah jeruk dapat dimungkinkan karena kandungan senyawa yang dimilikinya. Akan tetapi ketiga jenis minyak atsiri yang berbeda sumber ini dimungkinkan memiliki kemampuan antibakteri yang berbeda pula.

Penggunaan minyak atsiri daun, ranting dan kulit buah jeruk purut sebagai bahan senyawa antibakteri alami terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC dapat dimungkinkan karena pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa alami mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC. Menurut Aviandhaka (2014) daun beluntas mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC pada konsentrasi 25%. Minyak atsiri jeruk purut memiliki senyawa yang diduga mempunyai aktivitas antibakteri alami. Oleh karena perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh minyak atsiri jeruk purut dari ketiga jenis sumber yang berbeda terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC dengan judul penelitian uji aktivitas antibakteri minyak jeruk purut (*Citrus hystrix* DC) terhadap *Klebsiella pneumoniae* ATCC (kajian jenis minyak atsiri dan konsentrasi). Tujuan dari penelitian adalah membandingkan aktivitas antibakteri minyak atsiri ranting, kulit buah dan daun jeruk purut (*Citrus hystrix* DC) terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC, serta mengetahui pengaruh konsentrasi minyak atsiri jeruk purut (*Citrus hystrix* DC) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC.

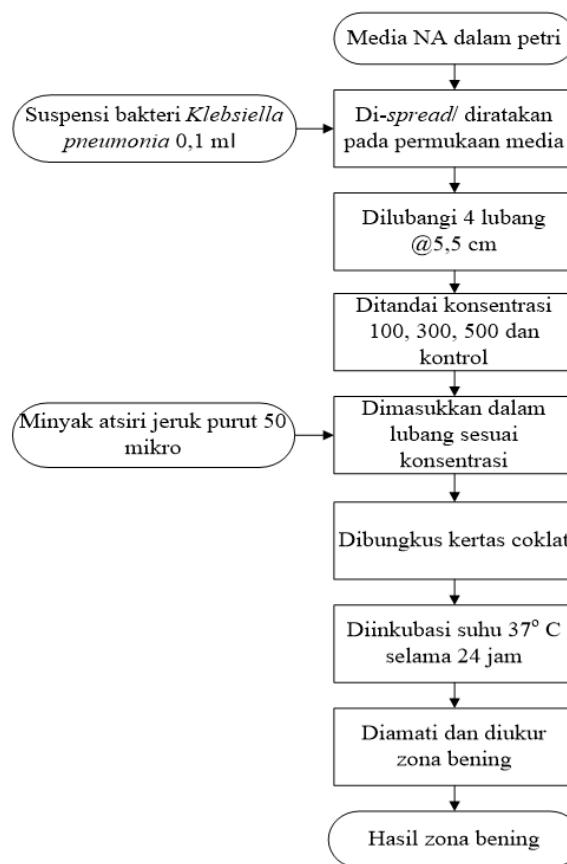
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, jarum ose, chockbor, *spreader*, mikropipet, neraca analitik, erlenmeyer, gelas ukur, spatula, bunsen, mikrotube/evendof, *blue tip*, *autoclave*, inkubator dan *laminar air flow* (LAF) dan jangka sorong digital.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak atsiri daun dan kulit buah jeruk purut yang diperoleh dari Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya serta minyak atsiri ranting jeruk purut yang diperoleh dari produsen minyak atsiri jeruk purut dari Tulungagung. Bahan lain yang digunakan dalam uji antibakteri adalah etanol 95%, *nutrient agar*

(NA), *nutrient browht* (NB), NaCl 0,85% dan aquades. Bakteri uji yang digunakan adalah bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.



Gambar 1. Diagram alir proses uji antibakteri (Bintang, 1993)

Metode

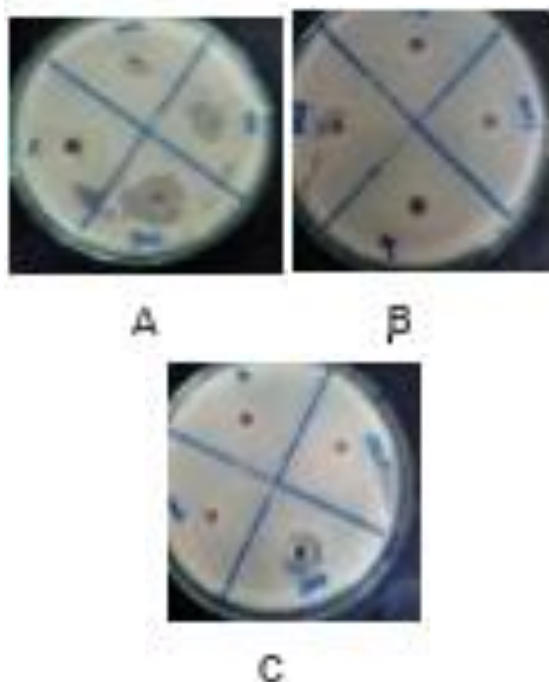
Penelitian dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Pola Tersarang (*nested design*) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah jenis minyak atsiri (minyak atsiri daun, ranting dan kulit buah). Faktor kedua adalah konsentrasi yang tersarang pada minyak atsiri (100 µl/ml, 300 µl/ml dan 500 µl/ml) diulang 3 kali. Pada percobaan ini digunakan kontrol berupa etanol 95% tanpa tambahan minyak atsiri jeruk purut dan kontrol aquades.

Langkah-langkah dalam penelitian ini meliputi meliputi sterilisasi alat dan bahan, pembuatan media *nutrient agar* dan *nutrient broth*, inokulasi bakteri, pembuatan inokulum bakteri dan pembuatan larutan minyak atsiri jeruk purut dengan konsentrasi 100 µl/ml, 300 µl/ml, 500 µl/ml dan pengujian aktivitas antibakteri. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diameter Zona Hambat Minyak Atsiri Daun, Ranting dan Kulit Buah Jeruk Purut

Rerata diameter zona hambat bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC pada kombinasi perlakuan konsentrasi dalam berbagai jenis minyak atsiri menunjukkan nilai sebesar 0,4 mm – 11,62 mm. Hasil ANOVA pola tersarang pada faktor konsentrasi dan jenis minyak atsiri tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap diameter zona hambat, namun pada faktor jenis minyak atsiri menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap diameter zona hambat *Klebsiella pneumoniae* ATCC. Rerata diameter zona hambat *Klebsiella pneumoniae* ATCC pada kombinasi perlakuan jenis minyak atsiri dan konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 1, gambar hasil diamer zona hambatnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. hasil diamer zona hambat (A) minyak atsiri kulit buah (B) minyak daun (C) minyak ranting

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pada minyak atsiri daun rerata diameter zona hambat terbesar didapat pada jumlah minyak atsiri yang ditambahkan sebanyak 500 $\mu\text{l/ml}$ dengan nilai diameter zona hambat 2,36 mm, sedangkan rerata diameter zona hambat terkecil ditunjukkan pada jumlah minyak atsiri yang ditambahkan sebesar 100 $\mu\text{l/ml}$ dengan nilai diameter zona hambat 0,4 mm. Pada minyak

atsiri ranting jeruk purut hasil rerata diameter zona hambat tertinggi didapatkan pada konsentrasi 300 $\mu\text{l/ml}$ dengan nilai diameter zona hambat 8,55 mm dan rerata tekecil didapatkan pada konsentrasi 500 $\mu\text{l/ml}$ dengan nilai diameter zona hambat sebesar 2,57 mm, sedangkan pada minyak atsiri kulit buah jeruk purut diameter zona hambat terbesar didapatkan pada konsentrasi 300 $\mu\text{l/ml}$ dengan nilai zona diameter hambat sebesar 11,62 mm dan hasil terkecil diperoleh pada konsentrasi 100 $\mu\text{l/ml}$ dengan nilai diameter zona hambat 5,14 mm. Dari ketiga jenis minyak atsiri terlihat bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk purut menghasilkan rerata diameter zona hambat terbesar, sedang rerata diameter zona hambat terkecil ditunjukkan oleh minyak atsiri daun jeruk purut. Hal ini diduga karena kandungan senyawa antibakteri yang terdapat pada minyak atsiri kulit buah jeruk.

Tabel 1. Rerata diameter zona hambat minyak atsiri jeruk purut pada berbagai jenis minyak atsiri dan jumlah minyak atsiri yang ditambahkan

Sumber minyak atsiri jeruk purut	Jumlah minyak atsiri yang ditambahkan ($\mu\text{l/ml}$)	Rerata diameter zona hambat (mm)
Daun	100	0,40
	300	0,68
	500	2,36
Ranting	100	3,15
	300	8,55
	500	2,57
Kulit Buah	100	5,14
	300	11,62
	500	9,68

Pratiwi (2005) mengatakan, bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk purut mengandung senyawa β -pinena yang memiliki efek antibakteri. Hal ini sesuai dengan pendapat Luangnarumitchai *et al.* (2007) menyatakan, bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk purut mampu menghambat pertumbuhan 5 strain *Propionibacterium acne*. Pada minyak atsiri daun jeruk purut mengandung tanin 1,8% steroid dan triterpenoid. Komposisi minyak atsiri ranting jeruk purut mengandung antara lain zat saponin, tanin 1%, steroid dan triterpenoid. komposisi minyak atsiri kulit buah jeruk purut mengandung antara lain sitronellal, β -linalool, β -pinena, β -mirsena dan komponen lain. (Agusta, 2000). Adanya komponen penyusun yang berbeda pada minyak atsiri daun, ranting dan kulit buah jeruk purut inilah yang diduga mengakibatkan perbedaan diameter

zona hambat yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Warsito dkk. (2017) menyatakan, bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk purut mengandung komponen utama β -pinen (21,44%), sitronelal (20,91%), limonen (12,59%) dan terpinen-4-ol (11,93%). Pada minyak atsiri ranting jeruk purut komponen utamanya tersusun atas sitronelal (81,52%), linalol (6,10%), dan sitronelil asetat (3,62%). Pada minyak atsiri daun jeruk purut memiliki komponen utama sitronelal (85,07%), linalol (3,46%) dan sabinen (2,79%).

Hasil rerata diameter zona hambat bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC dalam ketiga jenis sumber minyak atsiri berkisar antara 0,4 mm – 11,62 mm. Jika dibandingkan dengan pendapat Greenwood (1995) mengenai klasifikasi respon diameter zona hambat masih tergolong dalam klasifikasi lemah sampai sedang. Untuk lebih jelasnya klasifikasi respon diameter zona hambat terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC, pada ketiga jenis sumber minyak atsiri dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2. terlihat, bahwa klasifikasi respon diameter zona hambat menunjukkan hampir semua pada jenis sumber minyak atsiri mempunyai zona hambat yang termasuk dalam klasifikasi lemah, kecuali pada minyak atsiri kulit buah dengan jumlah yang ditambahkan sebanyak 300 μ l/ml yang termasuk dalam klasifikasi sedang. Diameter zona hambat yang kecil menunjukkan aktivitas antibakteri yang rendah, sedangkan pada diameter zona hambat yang besar menunjukkan aktivitas antibakteri yang semakin besar.

Hal ini diduga terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran diameter zona hambat, yaitu sensitivitas organisme, medium

kultur, kondisi inkubasi dan kecepatan difusi (Schmidt, 1994). Selain itu diduga juga penyebab rendahnya diameter zona hambat yang didapat karena *Klebsiella pneumoniae* ATCC merupakan bakteri gram negatif yang relatif lebih resisten terhadap senyawa antibakteri (Madigan *et al.*, 2009). Hal ini sesuai dengan pernyataan Davidson *et al.* (2005) yang mengatakan, bahwa pada umumnya sifat antibakteri minyak esensial lebih efektif terhadap jenis bakteri gram positif dibanding bakteri gram negatif karena lapisan luar bakteri gram negatif mampu menahan masuknya senyawa – senyawa yang tidak dibutuhkan oleh sel seperti enzim dan bakteriosin. Dinding sel pada bakteri gram negatif memiliki 3 lapisan yang terdiri dari lipoprotein, membran luar fosfolipid dan liposakarida. Kandungan lipid pada dinding sel bakteri negatif berkisar antara 11-12%. Selain itu membran luar fosfolipid pada bakteri gram negatif memungkinkan untuk menghambat senyawa kimia yang bersifat antibakteri untuk menembus dinding sel bakteri gram negatif (Jawetz, 1996).

Hasil perbandingan diameter zona hambat antara konsentrasi dalam sumber minyak atsiri jeruk purut dan kontrol positif dan kontrol negatif, menunjukkan bahwa jika dibandingkan dengan nilai rerata diameter diameter zona hambat terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC pada jumlah minyak atsiri 100 μ l/ml, 300 μ l/ml dan 500 μ l/ml dalam minyak atsiri daun, ranting dan kulit buah jeruk purut, nilai rerata diameter zona hambat pada kontrol positif etanol lebih kecil yaitu 0,46 mm. Hal ini menunjukkan bahwa daya reaktifitas kontrol positif etanol 95 % pada proses penghambatan bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC tergolong

Tabel 2. Klasifikasi respon diameter zona hambat minyak atsiri jeruk purut pada berbagai jenis minyak atsiri dan konsentrasi terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC

Jenis minyak atsiri	Konsentrasi (μ l/ml)	Rerata diameter zona hambat (mm)	Klasifikasi respon diameter zona hambat	Klasifikasi respon diameter zona hambat (mm) (Greenwood,1995)	Keterangan
Daun	100	0,40	Lemah	≤ 10	Lemah
	300	0,68	Lemah	11 – 15	Sedang
	500	2,36	Lemah	16 – 20	Kuat
Ranting	100	3,15	Lemah	≥ 20	Sangat Kuat
	300	8,55	Lemah		
	500	2,57	Lemah		
Kulit Buah	100	5,14	Lemah		
	300	11,62	Sedang		
	500	9,68	Lemah		

rendah, sedangkan untuk kontrol negatif aquades steril tidak menunjukkan adanya diameter zona hambat yang dihasilkan disekitar lubang sumuran. Juliantina dkk. (2009) menyatakan bahwa kontrol negatif menggunakan aquades yang tidak menghasilkan diameter zona hambat menunjukkan bahwa daya antibakteri tidak dipengaruhi oleh faktor pelarut sehingga daya antibakteri yang dianalisis merupakan potensi yang dimiliki oleh bahan uji. Sundari dan Winarno (2001) juga menambahkan bahwa tingginya hasil diameter zona hambat dipengaruhi oleh sifat senyawa aktif pada minyak atsiri yang berifat antibakteri.

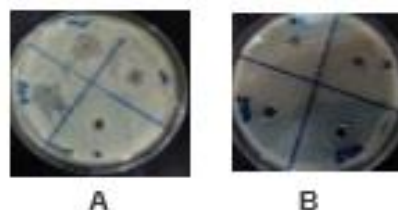
Perbedaan Hasil Diameter Zona Hambat Minyak Atsiri Jeruk Purut dan Komponen Utamanya

Rerata diameter zona hambat bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC dalam minyak atsiri sitronelol pada berbagai jumlah minyak atsiri menunjukkan nilai sebesar 2,02 mm – 7,91 mm. diameter zona hambat yang didapatkan sitronelal dalam berbagai jumlah minyak atsiri sebesar 3,75 mm – 10,94 mm. Jika dibandingkan dengan minyak atsiri asalnya yakni minyak atsiri ranting jeruk purut dapat dilihat bahwa diameter zona hambat yang dihasilkan minyak atsiri komponen utamanya lebih besar. Perbedaan diameter zona hambat minyak atsiri ranting jeruk purut dan komponen utamanya dapat dilihat pada Tabel 3, gambar hasil diameter zona hambat sitronelal dan sitronelol dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa pada minyak atsiri ranting diameter zona hambat bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC yang dihasilkan lebih kecil daripada diameter zona hambat yang dihasilkan oleh komponen utamanya. Pada minyak atsiri ranting diameter zona hambatnya sebesar 2,57 mm – 8,55 mm, sedangkan pada minyak atsiri sitonelal diameter zona hambat yang dihasilkan sebesar 3,75 mm – 10,94 mm. Hal ini diduga bahwa senyawa sitronelal pada minyak atsiri ranting jeruk purut memberikan efek antibakteri. Miftakhurohmah dkk. (2008), menyatakan, bahwa sitronelal mempunyai sifat antibakteri dan antijamur sehingga memungkinkan untuk dijadikan obat antijamur ataupun pestisida nabati. Hal ini sesuai dengan pendapat Yuliani dkk. (2011) yang mengatakan, bahwa minyak atsiri jeruk purut yang mengandung senyawa sitronelal mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

Tabel 3. Perbedaan rerata diameter zona hambat minyak atsiri ranting jeruk purut dan komponen utamanya

Konsentrasi (µl/ml)	Rerata diameter zona hambat (mm)		
	Minyak atsiri ranting	Sitronelol	Sitronelal
100	3,15	2,02	3,75
300	8,55	4,75	10,94
500	2,57	7,91	8,82



Gambar 3. Diameter zona hambat (A) sitronelal (B) sitronelol

Hasil berbeda ditunjukkan pada minyak sitronelol yang hasil rerata diameter zona hambatnya lebih kecil dibanding minyak atsiri ranting jeruk purut kecuali pada konsentrasi 500 µl/ml. Pola hasil diameter zona hambat yang ditunjukkan oleh minyak atsiri ranting jeruk purut juga sama seperti yang ditunjukkan pada minyak sitronelal yaitu tertinggi pada konsentrasi 300 µl/ml kemudian turun pada konsentrasi 500 µl/ml. Pada minyak atsiri ranting sitronelal menunjukkan pola yang terus naik sesuai besarnya konsentrasi.

KESIMPULAN

Minyak atsiri kulit, ranting dan daun jeruk purut masing-masing memiliki nilai diameter zona hambat terhadap *Klebsiella pneumoniae* ATCC sebesar 5,14 mm-11,62 mm, 2,57 mm-8,55 mm dan 40 mm-2,36 mm.

Konsentrasi minyak atsiri jeruk purut tidak berpengaruh terhadap besarnya penghambatan pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumoniae* ATCC. Pada minyak atsiri ranting dan kulit buah jeruk purut konsentrasi dengan nilai rerata zona hambat terbesar adalah konsentrasi 300 µl/ml sebesar 8,55 mm dan 11,62 mm. Pada minyak atsiri daun jeruk purut konsentrasi dengan nilai rerata zona hambat terbesar adalah 500 µl/ml sebesar 2,36 mm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Dr. Warsito, MS, dosen Jurusan Kimia Universitas Brawijaya Malang, selaku pemilik proyek penelitian destilasi fraksinasi minyak atsiri jeruk purut (*Citrus hystrix DC*), dengan bantuan dana beliau penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Agusta, A. (2000). *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. Bandung: ITB.
- Aviandhaka, R. (2014). *Uji Efektivitas Ekstrak Daun Beluntas (Pluchea indica L.) Sebagai Antimikroba Terhadap Bakteri Klebsiella pneumoniae Secara In Vitro*. Srikpsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Bintang, M. (1993). *Studi Antimikroba dari Streptococcus lactis*. Disertasi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Chanthaphon, S., Chanthachum, S., & Hongpattarakere, T. (2008). Antimicrobial activities of essential oils and crude extracts from tropical Citrus spp. against food-related microorganisms. *Songklanarin Journal of Science and Technology*. 30(1): 125–131.
- Davidson, P.M, Sofos, J.N. dan Brannen, A.L. (2005). *Antimicrobial in Food. 3rd edition*. London: CRC Press.
- Greenwood, D. (1995). *Antibiotics, Susceptibility (Sensitivity) Test Antimicrobial and Chemotherapy*. New York: Mc Graw Hill.
- Jawetz, E. (1996). *Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology)*. Jakarta: EGC.
- Juliantina, F. Citra, D.A., Nirwani, B., Nurmasitoh, T., Bowo, E.T. (2009). Manfaat sirih merah (*Piper crocatum*) sebagai agen anti bakterial terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*. 1(1): 12-20.
- Luangnarumitchai, S., Lamlertthon, S., dan Tiyaboonchai, W. (2007). Antimicrobial activity of essential oils against five strains of Propionibacterium acnes. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences*. 34(1-4): 60-64.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Parker, J. (2009). *Brock Biology of Microorganisms Tenth Edition*. New York: Prentice Hall Inc.
- Miftakhurohmah, Noveriza, R., dan Kardinan, A. (2008). Efektivitas formula minyak serai wangi terhadap pertumbuhan kapang asal buah merah dan sambiloto. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 19(2):138-144.
- Miftahendrawati. (2014). *Efek Antibakteri Ekstrak Daun Jeruk Purut (Citrus Hystrix) Terhadap Bakteri Streptococcus Mutans (In Vitro)*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Pratiwi, R. (2005). Perbedaan daya hambat terhadap *Streptococcus mutans* dari beberapa pasta gigi yang mengandung herbal. *Majalah Kedokteran Gigi*. 38(2) : 64-67.
- Schmidt, K. (1994). *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sundari, D., dan Winarno, M.W. (2001). *Informasi Tanaman Obat Sebagai Antijamur*. Jakarta: Cermin Dunia Kedokteran: Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Yuliani, R., Indrayuda, I., Rahmi, S.S. (2011) Aktivitas antibakteri minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Pharmacom*. 12(2): 50-54.
- Warsito, Noorhamdani, Sukardi, Suratmo dan Susanti, R.D. (2017). Mikroenkapsulasi minyak jeruk purut (*Citrus hystrix*) dan uji aktivitasnya sebagai antibakteri. *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*. 4(1): 19-25.