

Potensi Ekstrak Rimpang Kunyit Sebagai Prebiotik Pemacu Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* Secara *In Vitro*

(Potency of Turmeric Rhizome Extract as Prebiotic Agent for *Lactobacillus plantarum* Growth Promoter *In Vitro*)

MIN RAHMINIWATI^{1*}, SAEPUDIN RAHMATULLAH^{2,3}, IRMANIDA BATUBARA^{2,4},
SUMINAR S. ACHMADI²

¹Bagian Farmakologi, Departemen AFF, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.

²Departemen Kimia FMIPA IPB, Kampus IPB Dramaga, Jl Agathis Dramaga, Bogor 16680.

³Mts Al Atiqah, Jl Cipanengah Rt 02/03 Kec Bojong Genteng Kab Sukabumi P.O Box 0943157.

⁴Pusat Studi Biofarmaka LPPM IPB, Jl. Taman Kencana No 3 Bogor 16151.

Diterima 18 Juni 2013, Disetujui 22 September 2013

Abstrak: Kunyit selain mengandung kurkumin sebagai antibakteri dan antiinflamasi, juga mengandung karbohidrat yang diduga berpotensi sebagai prebiotik. Penelitian terhadap ekstrak kunyit yang diperoleh dengan maserasi menggunakan pelarut, suhu, dan waktu yang berbeda telah dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai potensi prebiotik ekstrak kunyit terhadap pertumbuhan *L. plantarum*. Maserasi dengan pelarut air pada suhu 28°C selama 1 jam menghasilkan rendemen yang dapat meningkatkan pertumbuhan *L. plantarum* lebih tinggi dibandingkan kontrol pada konsentrasi 1 ppm. Tingkat pertumbuhan *L. plantarum* bertambah dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak. Kandungan gula golongan oligosakarida yang terdapat pada ekstrak adalah stakiosa, sukrosa dan laktosa masing masing sebesar 3014, 164, dan 82 ppm. Dengan demikian, oligosakarida yang terdapat dalam ekstrak kunyit merupakan senyawa yang berpotensi sebagai prebiotik untuk meningkatkan pertumbuhan *L. plantarum*.

Kata kunci: kunyit, prebiotik, oligosakarida, *Lactobacillus plantarum*.

Abstract: Turmeric contains curcumin which has antibacterial and anti-inflammatory activities. In addition, turmeric contain also carbohydrates that has potency as a prebiotic agent. Research on turmeric extract that was obtained by maceration in variety of solvent, temperatures and time have been carried out to get the most potent prebiotic extract of turmeric to stimulate *L. plantarum* growth. Maceration with water at 28°C for 1 hour resulted in extract which can enhance the growth of *L. plantarum* approximately is higher than controls at a concentration of 1 ppm. *L. plantarum* growth rate increases with increasing concentration of extract. Sugars content of oligosaccharide in the extract were stakiosa, sucrose and lactose of 3014, 164, and 82 ppm respectively. It is concluded that oligosaccharide in turmeric extract is potential as prebiotic agent to increase *L. plantarum* growth.

Keywords: turmeric, prebiotic, oligosaccharide, *Lactobacillus plantarum*.

PENDAHULUAN

KUNYIT adalah tanaman rimpang rimpangan yang termasuk famili Zingiberaceae. Sekitar 69,4% dari senyawa kimia penyusun kunyit adalah berupa

* Penulis korespondensi, Hp. 081385029196
e-mail: minrahminiwati@yahoo.com

karbohidrat, selebihnya berupa protein 6,3%, mineral 3,5%, air 13,1%, minyak atsiri 5,8%¹⁾ dan kurkuminoid 3,5%^(1,2). Beberapa golongan karbohidrat seperti oligosakarida dan polisakarida yang terdapat dalam sayuran dan buah buahan seperti bawang merah, bawang putih, asparagus, buah rambutan, buah sukun, dan buah naga telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebagai sumber prebiotik yang potensial^(3,4,5,6).

Prebiotik adalah zat yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas bakteri menguntungkan di kolon seperti *Lactobacillus* sp. Keberadaan *Lactobacillus* sp. di tempat itu dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi kesehatan terkait kemampuannya untuk menghancurkan patogen dan mempertahankan nutrisi penting, vitamin, dan antioksidan dan memproduksi lisin serta asam amino⁽¹⁾. Bakteri ini mempunyai enzim yang berperan penting dalam metabolisme karbohidrat, lipid dan vitamin⁽⁷⁾.

Bagian bahan makanan yang tidak tercerna dan tidak diserap di saluran cerna bagian atas merupakan sumber prebiotik dan menjadi media yang subur untuk pertumbuhan *Lactobacillus* sp.^(6,8). Salah satu jenis *Lactobacillus* sp yaitu *Lactobacillus plantarum* (*L. plantarum*), mempunyai aktivitas hambatan terluas terhadap mikroorganisme patogen pada bahan pangan dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya. Bakteri ini dapat mengawetkan hijauan segar pakan ternak sehinggamberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan bobot badan dan produksi susu pada sapi^(9,10) meningkatkan kesehatan pencernaan, mengatasi sindrom iritasi usus (IBS), penyakit Crohn, dan ulcus⁽¹¹⁾.

Senyawa lainnya yaitu kurkuminoid merupakan senyawa penciri kunyit yang mempunyai efek sebagai antibakteri, antioksidan, dan antiradang. Aktivitas antimikroba kurkuminoid dalam membunuh mikroorganisme seperti jamur, virus, dan bakteri baik Gram positif maupun bakteri Gram negatif telah banyak dilaporkan^(2,12). Hal ini mengindikasikan bahwa potensi kunyit sebagai antimikroba cukup besar. Aktivitas antimikroba kunyit kemungkinan akan lebih menonjol dan bahkan dapat menghilangkan aktivitas prebiotik kunyit bila dalam ekstrak yang diperoleh banyak mengandung kurkumin yang berpotensi sebagai antimikroba.

Kurkumin mempunyai kelarutan yang lebih baik dalam pelarut alkohol dibandingkan dengan air, oleh karena itu dalam penelitian ini maserasi adalah cara ekstraksi yang sederhana dan mudah dilakukan. Hasil yang diperoleh dengan cara ini selain tergantung pada pelarut yang digunakan juga tergantung pada suhu dan lamanya maserasi.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai potensi sebagai prebiotik ekstrak rimpang kunyit yang diperoleh dengan cara maserasi menggunakan pelarut air dan alkohol pada suhu dan waktu maserasi yang berbeda. Besarnya potensi diukur melalui keterkaitan besarnya respons pertumbuhan bakteri *L. plantarum* dengan besarnya konsentrasi ekstrak. Jenis karbohidrat dalam ekstrak yang berpotensi sebagai prebiotik, dapat diketahui melalui

identifikasi golongan karbohidrat yang terdapat dalam ekstrak tersebut.

BAHAN DAN METODE

BAHAN. Rimpang kunyit diperoleh dari kebun Pusat Studi Biofarmaka IPB, Cikabayan, Darmaga, Bogor. Bakteri *L. plantarum* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, IPB. Media tumbuh bakteri MRS (*de Man Rogosa Sharpe*) diperoleh dari Merk Co Ltd. Maltosa, D-Glukosa standar, DNS, fenol, Glukosa, Galaktosa, Fruktosa, Arabinosa. Maltoheptosa, Stakiosa, Sukrosa, laktosa (grade proanalisis) diperoleh dari Sigma Aldrich, Co. Ltd.

Alat. yang digunakan adalah spektrofotometer sinar tampak dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT merk Shimadzu), kolom *Sugar* Pak, peralatan kaca, inkubator dan media tumbuh bakteri.

METODE. Ekstraksi rimpang kunyit. Simplisia rimpang kunyit yang telah dikeringkan dalam oven, digiling halus dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Serbuk yang diperoleh dimaserasi dengan pelarut air dan etanol masing masing pada suhu 28°C dan 80°C. Nisbah pelarut dan sampel yang digunakan untuk air suhu 28°C dan etanol adalah 4:1. Sedangkan untuk maserasi pada suhu 80°C nisbah pelarut dan sampel adalah 8:1. Perendaman ekstrak masing masing dilakukan selama 1 jam dan lainnya 2 × 24 jam sambil sesekali diaduk rata kemudian disaring dengan menggunakan kain katun. Filtrat yang diperoleh kemudian dievaporasi pada suhu 40°C⁽⁶⁾.

Penentuan konsentrasi gula pereduksi. Penentuan kandungan gula pereduksi dan gula total masing masing ekstrak dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Robertson *et al*⁽¹³⁾. Larutan sampel atau glukosa standar sebanyak 1 mL ditambahkan ke dalam 1 mL dinitrosalisilat (DNS) dan 1 mL air. Campuran dididihkan selama 15 menit, kemudian didinginkan dengan es selama 2 menit. Setelah dingin, campuran ditambah 9 mL air dan diaduk. Serapan hasil reaksi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 522,5 nm. Hasilnya dinyatakan sebagai ekuivalen maltosa. Penentuan kalibrasi sebagai standar gula pereduksi digunakan maltosa pada konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mg/mL.

Penentuan konsentrasi gula total. 0,1 mL larutan sampel 1% ditambahkan pada 5% b/v larutan fenol 1 mL. Setelah ditambah 5 mL asam sulfat pekat, campuran diaduk selama 10 menit pada suhu kamar, kemudian sampel disimpan pada penangas air 25-30°C selama 20 menit. Serapan hasil reaksi, diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 471 nm.

Konsentrasi gula total dihitung dari besarnya serapan larutan sampel dengan menggunakan kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi dibuat dari D-glukosa standar 100 mg/mL sebanyak 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mL. Hasilnya dinyatakan sebagai ekuivalen glukosa⁽¹⁴⁾.

Uji potensi prebiotik⁽⁶⁾. Sebanyak 1×10^6 sel bakteri *L. Plantarum* diinokulasi pada 25 mL media MRS (*de Man Rogosa Sharpe*), yang berisi larutan sampel 1% b/v dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2×24 jam. Pengamatan dilakukan pada jam ke 2×24 jam dengan menghitung jumlah sel bakteri yang tumbuh. Sebagai pembanding digunakan kontrol positif berupa media MRS (*de Man Rogosa Sharpe*) yang mengandung campuran larutan glukosa dan sukrosa sebagai nutrisi bakteri. Setiap pengujian dibuat 2 kali ulangan. Potensi prebiotik ekstrak kunyit terbaik kemudian diteliti pada konsentrasi ekstrak yaitu 1, 2, 5, dan 10 ppm. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk kurva hubungan dosis respon.

Analisis kandungan sakarida. Ekstrak dengan potensi prebiotik terbaik kemudian dianalisis kandungan sakaridanya menggunakan KCKT. Fase gerak yang digunakan adalah air dengan laju alir 0.2 mL/menit. Larutan sampel sebanyak 20 μ L konsentrasi 1% disuntikkan pada kolom *Sugar Pak*. Analisis kuantitatif gula pada sampel ditentukan dengan membandingkan waktu retensi mono dan oligosakarida sebagai gula standar sedangkan konsentrasi ditentukan dengan cara membandingkan daerah puncak⁽⁶⁾.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelarut air maupun etanol dapat mengekstraksi gula dari kunyit dengan efisiensi yang berbeda. Maserasi menggunakan etanol 80% selama 2×24 jam dengan nisbah sampel-pelarut 1:4, menghasilkan rendemen tertinggi (59.68%), dengan kadar gula pereduksi 0,6 mg/mL dan gula total tertinggi 3,49 mg/mL diantara ekstrak etanol kunyit lainnya. Rendemen sedikit lebih rendah diperoleh bila kunyit diekstraksi dengan etanol 20%, walaupun nisbah sampel pelarut sama dan waktu ekstraksi juga sama (58,04%) (Tabel 1).

Secara umum maserasi menggunakan pelarut etanol selama 2×24 jam menghasilkan rendemen dengan kadar gula pereduksi dan kadar gula total lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen dan kadar gula yang dihasilkan maserasi selama 1 jam. Waktu memberikan pengaruh yang positif terhadap perolehan rendemen yang diekstraksi dengan pelarut etanol 20% dan 80%. Pengaruh waktu yang bersifat positif juga terlihat pada perolehan kadar gula total hasil maserasi menggunakan pelarut etanol 80% (Tabel 1).

Maserasi dengan air menghasilkan rendemen yang bervariasi pula. Rendemen tertinggi (20,12%) diperoleh dari kunyit yang diekstraksi dengan air pada suhu 80°C selama 2×24 jam dengan nisbah pelarut air 1:8. Kadar gula total tertinggi juga diperoleh dari maserasi menggunakan air pada suhu 80°C selama 2×24 jam dan kadar gula pereduksi tertinggi terdapat pada hasil maserasi dengan pelarut air 80°C selama 1 jam.

Rendemen, kadar gula total dan kadar gula pereduksi hasil maserasi dengan pelarut air 20°C 1:4 selama 2×24 jam, lebih kecil dibandingkan dengan perolehan hasil maserasi selama 1×24 jam. Bila suhu dan nisbah pelarut air dengan serbuk ditingkatkan peolehan rendemen dan kadar gula total meningkat dengan bertambahnya waktu. Namun perolehan kadar gula pereduksi sebaliknya cenderung berkurang. Waktu memberikan pengaruh yang negatif terhadap perolehan rendemen dan kadar gula pereduksi yang diekstraksi dengan pelarut air 20°C dan 80°C. Pengaruh waktu yang bersifat positif terlihat pada perolehan kadar gula total hasil maserasi menggunakan pelarut etanol 80% dan pelarut air suhu 80°C. Seperti dikemukakan oleh Panneerselvam & Abdul-Jaleel⁽¹⁵⁾ dan Jaju *et al*⁽¹⁶⁾ bahwa baik pelarut air maupun pelarut etanol, keduanya dapat menarik gula pereduksi dan non pereduksi.

Hasil analisis statistik terhadap data yang diperoleh untuk mencari korelasi antara perlakuan dan hasil ekstraksi menunjukkan bahwa perbedaan rendemen kadar gula total dan kadar gula pereduksi yang dihasilkan dari proses maserasi dengan pelarut air dan etanol, terjadi karena adanya pengaruh positif dari suhu dan volume (nisbah pelarut dan sampel)

Tabel 1. Rendemen, kadar gula pereduksi dan kadar gula total ekstrak kunyit yang diperoleh dari maserasi menggunakan pelarut, suhu dan waktu yang berbeda.

Pelarut	Air				Etanol			
	28°C		80°C		20%		80%	
Nisbah sampel pelarut	1:4		1:8		1:4		1:4	
Waktu maserasi (jam)	1	2 x 24	1	2 x 24	1	2 x 24	1	2 x 24
Rendemen (% b/b)	27.43	17.88	12.63	20.12	22.25	58.04	11.74	59.68
Kadar Gula Pereduksi (mg/mL)	0.13	0.08	0.14	0.13	0.13	0.10	0.16	0.16
Kadar gula total (mg/mL)	0.92	0.53	2.00	2.79	0.76	0.45	3.23	3.49

Keterangan: mg/mL = kadar gula di dalam 1 mg ekstrak /1 mL larutan.

terhadap konsentrasi gula total (nilai korelasi 0,5), dan waktu perendaman terhadap rendemen (nilai korelasi 0,71) (Tabel 2). Data tersebut juga menunjukkan adanya perbedaan pengaruh waktu perendaman terhadap kadar gula pereduksi dan kadar gula total. Waktu perendaman berpengaruh negatif terhadap kadar gula pereduksi sedangkan terhadap kadar gula total sebaliknya waktu perendaman memberikan pengaruh yang positif (Tabel 2).

Potensi Prebiotik. Potensi ekstrak sebagai prebiotik ditunjukkan oleh besaran prosentase pertumbuhan bakteri yang merupakan selisih antara peningkatan jumlah bakteri yang tumbuh pada media berisi sampel dengan peningkatan jumlah bakteri yang terdapat pada media kontrol. Sebagai kontrol positif, media ditambahkan campuran larutan glukosa dan sukrosa.

Potensi ekstrak sebagai prebiotik disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan pertumbuhan bakteri pada media tumbuh, ekstrak kunyit air 28°C 1 jam, merupakan ekstrak dengan potensi terbaik diantara ekstrak hasil maserasi dengan air baik pada suhu 28°C maupun 80°C. Jumlah bakteri meningkat menjadi $4,56 \times 10^6$ CFU/mL dari jumlah bakteri awal sebanyak 1×10^6 CFU/mL.

Ekstrak etanol kunyit adalah ekstrak yang berpotensi sebagai antibakteri. Ekstrak etanol 80% yang diperoleh dengan cara maserasi selama 1 jam dan 2×24 jam menyebabkan terjadinya kematian bakteri. Efek yang sama terdapat pada ekstrak etanol 20% yang dimaserasi 1 jam, sedangkan ekstrak yang diperoleh 24 jam menghambat pertumbuhan bakteri yang diinokulasikan dari 1×10^6 CFU/mL menjadi $3,25 \times 10^5$ CFU/mL.

Etanol adalah pelarut polar yang dapat melarutkan kurkumin⁽¹⁷⁾. Sebagai antimikroorganisme, kurkumin

mempunyai spektrum aktivitas yang luas meliputi bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif, jamur dan virus⁽²⁾. Oleh karena itu, meskipun pelarut etanol 80% merupakan pelarut terbaik dalam menghasilkan rendemen, kadar gula total dan kadar gula pereduksi, namun hasil uji potensi terhadap ekstrak yang dihasilkannya menunjukkan efek negatif terhadap pertumbuhan bakteri. Aktivitas antimikroorganisme ekstrak yang ditunjukkan dengan matinya bakteri pada media uji kemungkinan terkait dengan keberadaan kurkumin dalam ekstrak tersebut (Tabel 3).

Analisis potensi prebiotik pada ekstrak kunyit terbaik yakni ekstrak air pada suhu 28°C selama 1 jam, berdasarkan hubungan antara besarnya konsentrasi ekstrak kunyit dengan besarnya respons pertumbuhan bakteri, menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan semakin tinggi tingkat pertumbuhan bakteri. Tingkat pertumbuhan bakteri mengikuti persamaan $Y = 30823x - 58412$ ($R^2=0.873$), dengan x adalah konsentrasi ekstrak yang digunakan (Tabel 4 dan Gambar 1).

Analisis kandungan sakarida dalam ekstrak kunyit. Analisis KCKT pada ekstrak terbaik menunjukkan bahwa rimpang kunyit memiliki 2 golongan karbohidrat, yaitu mono- dan oligosakarida. Monosakarida terdeteksi pada waktu retensi antara 25 dan 30 menit, sedangkan oligosakarida yang terdiri atas disakarida terdeteksi setelah 20 menit, trisakarida setelah 15 menit, heptasakarida antara 10 dan 15 menit dan stakiosa antara 5-20 menit⁽¹⁸⁾.

Berdasarkan penentuan waktu retensi teridentifikasi adanya karbohidrat golongan monosakarida pada ekstrak air pada suhu 28°C selama 1 jam, berupa arabinosa, galaktosa, dan glukosa dengan konsentrasi berturut-turut 1444, 1063, dan 472 ppm. Oligosakarida yang teridentifikasi adalah sukrosa, laktosa, dan stakiosa berturut-turut sebesar 164, 82, dan 3014 ppm (Tabel 4 dan 5). Kandungan stakiosa pada kunyit cukup tinggi dibandingkan dengan kandungan stakiosa pada tanaman brokoli (2000 ppm), jagung (2000 ppm), wortel (1000 ppm) dan labu (1000 ppm) tetapi lebih rendah dibandingkan dengan kandungan stakiosa dalam kacang kedelai (29000 ppm)⁽¹⁹⁾ sehingga ekstrak kunyit potensial sebagai prebiotik. Beberapa bakteri *Lactobacillus* sp. diantaranya *L. plantarum* terbukti

Tabel 2. Korelasi antara perlakuan dan hasil ekstraksi.

Perlakuan	Rendemen	Gula Pereduksi	Gula Total
Suhu ^a	0.04	0.17	0.54
Volume ^{a,b}	0.04	0.17	0.54
Waktu ^a	0.29	-0.44	0.36
Konsentrasi ^b	0.02	0.41	0.136
Waktu ^b	0.71	-0.014	0.17

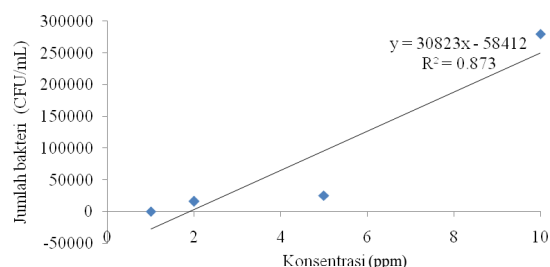
Keterangan: ^aair, ^betanol.

Tabel 3. Pertumbuhan bakteri ekstrak yang diperoleh dengan pelarut suhu dan waktu yang berbeda.

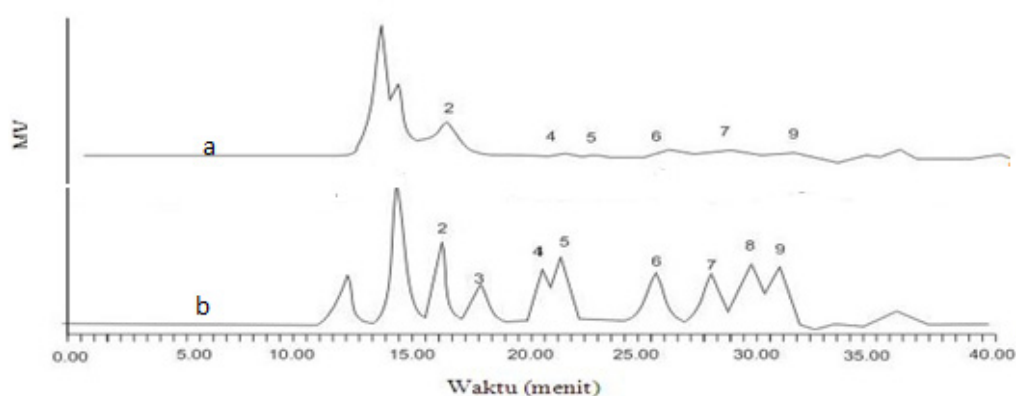
Pelarut	air				Etanol			
	28°C		80°C		20%		80%	
Nisbah sampel pelarut	1:4		1:8		1:4		1:4	
Waktu maserasi (jam)	1	2 x 24	1	2 x 24	1	2 x 24	1	2 x 24
Pertumbuhan bakteri (CFU/mL)	4.56E+06	7.60E+05	1.96E+06	3.82E+05	0	3.25E+05	0	0

Tabel 4. Pertumbuhan *L.plantarum* pada berbagai konsentrasi ekstrak kunyit.

Konsentrasi (ppm)	Jumlah bakteri setelah 2 × 24 jam (CFU/mL)
1	4.56E+06
2	1.6.E+08
5	2.6.E+08
10	2.8.E+09



Gambar 1 Hubungan konsentrasi ekstrak kunyit dengan jumlah bakteri.



Gambar 2. Kromatogram KCKT (a) kunyit, dan (b) standar yang mengandung: 1 maltoheptosa, 2 stakiosa, 3 rafinosa, 4 sukrosa, 5 laktosa, 6 glukosa, 7 galaktosa, 8 fruktosa, dan 9 arabinosa.

dapat menurunkan kadar oligosakarida *in vitro* sebagai akibat dari penggunaan gula ini sebagai sumber nutrisi bakteri tersebut^(20,21).

Golongan karbohidrat tersebut mempunyai tingkat kemanisan yang lebih rendah dari 63. Mcleod *et al*⁽²²⁾ menyatakan *L. plantarum* tidak memfermentasi xilosa yang memiliki tingkat kemanisan 63 meskipun sebagai bakteri heterofermentfi *L. plantarum* mampu memfermentasi berbagai karbohidrat seperti oligosakarida dan serat makanan^(23,24). Jenis karbohidrat yang terdapat dalam ekstrak kunyit mempunyai tingkat kemanisan yang tidak terlalu tinggi seperti stakiosa. Kandungan stakiosa yang cukup tinggi pada ekstrak kunyit kemungkinan menjadi media pertumbuhan bakteri yang baik untuk *L. Plantarum* seperti halnya yang terjadi pada fermentasi susu kedelai. Kadar stakiosa pada susu fermentasi ini menurun dengan meningkatnya pertumbuhan *L. Plantarum*^(20,21).

SIMPULAN

Ekstrak kunyit terbukti berpotensi sebagai prebiotik untuk meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus plantarum*. Maserasi menggunakan air pada suhu 28°C selama 1 jam merupakan cara ekstraksi terbaik untuk memperoleh efek prebiotik dari ekstrak kunyit. Karakterisasi ekstrak yang dihasilkan dengan cara ini mengandung monosakarida berupa glukosa, galaktosa,

arabinosa, dan oligosakarida berupa stakiosa, sukrosa dan laktosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyanto MN, Kawasaki H, Nagashio M, Fujiyama K, Seki T. Construction of *Lactobacillus plantarum* strain with enhanced L-lysine yield. *Journal of Applied Microbiology*. 2007. 102:674–9.
- Chattopadhyay I, Biswas K, Bandyopadhyay U, Banerjee KR. Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. *Journal Current Science*. 2004. 87:44-53.
- Kusumawati I dan Zaini.NC. Pengaruh Senyawa prebiotik dari bawang merah (*Allium cepa*) terhadap pertumbuhan bakteri probiotik. *Majalah Farmasi Airlangga*. 2005. 5:20-5.
- Thammarutwasik P, *et al*. Prebiotics: A review. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 2009. 31:401-8.
- Wang, Y. Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food Research International*. 2009. 42:8-12.
- Wichienchot S, Jatupornpipat M, Rastall RA. Oligosaccharides of Pitaya (dragon fruit) Flesh and their prebiotic properties. *Food Chemistry*. 2010. 120:850-7.
- Triana E, Yulianto E, Nurhidayati N. Uji viabilitas *Lactobacillus* sp. Mar 8 terenkapsulasi. *Jurnal Biodiversitas*. 2006. 7:114-7.
- Zainuddin, A, Wasito EB, Puspaningsih NTT. Pengujian

- in vitro* xilooligosakarida sebagai kandidat prebiotik. Jurnal Berkala Penelitian Hayati. 2008. 14:101-11.
9. Jenie SL dan Rini SE. Aktivitas antimikroba dari beberapa spesies *Lactobacillus* terhadap mikroba patogen dan perusak makanan. Buletin Teknologi dan Industri Pangan. 1995. 7:46-51.
 10. Ratnakomala S, Ridwan R, Kartina G, Widyastuti Y. Pengaruh inokulum *Lactobacillus plantarum* 1A-2 dan 1B1-2 terhadap kualitas silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Biodiversitas. 2006. 7:131-4.
 11. Molin G. Probiotics in foods not containing milk or milk constituents, with special reference to *Lactobacillus plantarum* 299v1-3. Am J Clin Nutr 2001. 73(suppl):380S-5S.
 12. Çikrikçi CE, Mozioglu, Yılmaz H. Biological activity of curcuminoids isolated from *Curcuma Longa*. Rec Natural Production. 2008. 2:19-24.
 13. Robertson J, et al. Structural properties of diet-derived polysaccharides and their influence on butyrate production during fermentation. British Journal of Nutrition. 81:219-23.
 14. Dubois M, Gilles KA., Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. calorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry. 1956. 28:350-6.
 15. Panneerselvam R and Abdul-Jaleel C. Starch and sugar conversion in *Dioscorea esculenta* tubers and *Curcuma longa* rhizomes during storage. Caspian J. Env. Sci 2008. 6:151-60.
 16. Jaju SB, et al. Galango flavonoid isolated from rhizome of *Alpinia galanga* (L) Sw (Zingiberaceae). Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 2009. 8:545-50.
 17. Joe BM, Vijaykumar, Lokesh BR. Biological properties of Curcumin-cellular and molecular mechanisms of action. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2004. 44:97-111.
 18. Han IH, Baik BK. Oligosaccharide content and composition of legumes and their reduction by soaking, cooking, ultrasound, and high hydrostatic pressure. Cereal Chemistry. 2006. 83:428-33.
 19. Criststafaro E, Mottu F, Wuhr MJJ. Sugars in Nutrition. New York: Academic Press; 1974. 231.
 20. Jean A, Pennington P, Douglass JS, Spungen JD. Food values of portions commonly used. 18th Ed. Philadelphia: Bowes and Church; 2005.
 21. Pinthong R, Macrae R, Rothwell JO. The development of soy based yogurt. J. Food Technol. 1980. 15:647-67.
 22. McLeod AM, Zagore MC, Champomier-Verges, Naterstad K, Axelsson L. Primary metabolism in *Lactobacillus sakei* food isolates by proteomic analysis. BMC Microbiology 2010. 10:1-10.
 23. Keindler O, Weiss N. Regular, Nonsporing Gram Positive Rods. In: Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG [editors]. Bergeys manual of systemic bacteriology. Baltimore: William dan Wilkins; 1986. 1208-34.
 24. Sumarna. Changes of raffinose and stachyose in soy milk fermentation by Lactic Acid bacteria from local fermented foods of Indonesian. Mal. J. Microbiol. 2008. 4(2).26-34.