

Isolasi, Formulasi, dan Uji Efektivitas Antibakteri Granul Liofilisat Bakteri Asam Laktat Asal Kimchi terhadap Bakteri Penyebab Diare

Isolation, Formulation, and Evaluation of Antibacterial Effectiveness of Lyophilisat Granules of Lactic Acid Bacteria Originated from Kimchi against Diarrheal-causing Bacteria

Ismail Ismail*, Radhia Riski, Nabila Salsabila

Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 13,7 Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

*Corresponding author email: ismail.farm27@gmail.com

Received 16-01-2022 Accepted 01-06-2022 Available online 19-01-2023

ABSTRAK

Kimchi merupakan salah satu makanan fermentasi yang mengandung bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri gram positif yang tidak membentuk spora dan dapat memfermentasikan karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat dan bersifat katalase negatif. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri asam laktat asal kimchi dengan karakteristik spesifik, serta formula granul liofilisat bakteri asam laktat yang stabil dan memiliki efektivitas terhadap bakteri penyebab diare. Metode yang digunakan pada penelitian ini untuk isolasi yaitu metode tuang, pengujian aktivitas dengan metode difusi agar atau Kirby-Bauer terhadap bakteri uji *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium*, sedangkan untuk formula granul dibuat dengan metode granulasi basah dan menggunakan variasi zat aktif yaitu liofilisat bakteri asam laktat. Dari hasil isolasi didapatkan sebanyak 8 isolat bakteri asam laktat asal kimchi dengan karakteristik makroskopik, mikroskopik serta uji katalase menyerupai bakteri asam laktat dan hasil uji aktivitas dari 8 isolat, isolat K8 memiliki aktivitas terbesar dengan diameter penghambatan $11,015 \pm 1,0$ mm terhadap *Escherichia coli* dan $11,68 \pm 0,6$ mm terhadap *Salmonella typhimurium*. Hasil dari formulasi granul liofilisat menunjukkan formula F3 memiliki sifat kestabilan yang baik serta efektifitas yang baik dengan diameter penghambatan terbesar pada granul yaitu $8,31 \pm 0,03$ mm terhadap *Escherichia coli* dan $13,97 \pm 1,4$ mm terhadap *Salmonella typhimurium*.

Kata kunci: Antidiare, bakteri asam laktat, kimchi

ABSTRACT

*Kimchi is a fermented food that contains lactic acid bacteria. Lactic acid bacteria are a group of gram-positive bacteria that do not form spores and can ferment carbohydrates to produce lactic acid and are catalase negative. This study aims to obtain lactic acid bacteria isolates from kimchi with specific characteristics, as well as lyophilized granules formulas for lactic acid bacteria that are stable and effective against bacteria that cause diarrhea. The method used in this study for isolation is the pour method, testing activity with diffusion method or Kirby-Bauer against *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* test bacteria, while the granule formula is made by wet granulation method and uses a variety of active substances, namely lyophilisate lactic acid bacteria. From the isolation results obtained as many as 8 isolates of lactic acid bacteria from kimchi with macroscopic, microscopic characteristics and catalase test resembling lactic acid bacteria and the activity test results from 8 isolates, isolate K8 had the greatest activity with an inhibitory diameter of 11.015 ± 1.0 mm against *Escherichia coli* and 11.68 ± 0.6 mm against *Salmonella typhimurium*. The results of the lyophilized granule formulation showed that the F3 formula had good stability properties and good effectiveness with the largest inhibitory diameter in the granules, namely 8.31 ± 0.03 mm against *Escherichia coli* and 13.97 ± 1.4 mm against *Salmonella typhimurium*.*

Keywords: Antidiarrheal, lactic acid bacteria, kimchi

Pendahuluan

Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme penting yang menghasilkan asam laktat selama aktivitas metabolisme. Bakteri asam laktat berperan penting baik di sektor pertanian, makanan maupun klinis. Bakteri asam laktat banyak dimanfaatkan dalam fermentasi makanan. Fermentasi menggunakan bakteri ini menjadi salah satu seni pengawetan makanan yang paling konvensional dan diakui (Ayivi, *et al.* 2020). Selain itu bakteri asam laktat (BAL) dapat memproduksi bakteriosin serta senyawa antibakteri yang lain (Benkerroum, *et al.*, 2007). Bakteriosin diketahui memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri lain dalam artian berfungsi sebagai

antibakteri. Antibakteri merupakan suatu senyawa yang memiliki kemampuan dapat menghambat kerja enzim, merusak dinding sel, serta mengganggu proses sintesis protein dan asam nukleat (Pelczar *et al.*, 2005; Yolanda *et al.*, 2017).

Bakteri asam laktat sangat bermanfaat sebagai kultur starter yang dapat dimanfaatkan pada proses fermentasi makanan, memiliki efek probiotik dan sebagai pengawet makanan. Bakteri asam laktat tidak toksik untuk hostnya dan memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri patogen. BAL mampu menghasilkan metabolit primer berupa asam laktat serta metabolit sekunder sebagai antimikroba karena kemampuannya

yang mampu menghambat mikroba yang bersifat patogen (Aritonang *et.al*, 2017).

Menurut Ibrahim *et.al*, (2015) pada penelitiannya terkait dengan Isolasi dan Identifikasi bakteri asam laktat (BAL) dari buah mangga (*Mangifera indica* L.) mengemukakan bahwa isolat bakteri asam laktat yang berasal dari mangga kweni berbentuk bulat berantai/bergandengan (*Streptococcus*), termasuk dalam kelompok bakteri gram positif dan pengujian katalase menunjukkan hasil negatif. Yusmarini *et.al*, (2017) juga menyebutkan hal yang sama dimana secara morfologi didapatkan bahwa 9 isolat bakteri asam laktat amilolitik dari industri pengolahan pati sagu termasuk bakteri gram positif, berbentuk batang yang pendek, dan menunjukkan hasil negatif terhadap uji katalase, dimana 5 isolat bersifat heteropermentatif dan 4 isolat bersifat homopermentatif.

Salah satu makanan fermentasi yang diketahui mengandung bakteri asam laktat yaitu kimchi. Menurut penelitian Yolanda *et al*, (2017) terkait dengan isolasi bakteri asam laktat pada sampel makanan fermentasi (kimchi) serta melihat kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antibakteri didapatkan hasil bahwa 8 isolat bakteri asam laktat asal kimchi dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Nudyanto *et al.*, (2015) juga melaporkan bahwa didapatkan 9 isolat bakteri asam laktat penghasil ekso polisakarida asal kimchi dengan nilai tertinggi 427 mg/L. Strain bakteri

mampu menghasilkan polisakarida ekstraseluler (eksopolisakarida) yang mengikat permukaan sel sebagai kapsul atau berdifusi sebagai lendir ke dalam lingkungan pertumbuhan (Asmaa, *et al*, 2011).

Beberapa penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa bakteri asam laktat memiliki aktivitas sebagai antidiare. Astawan *et al*, (2011) pada penelitiannya melaporkan bahwa bakteri asam laktat memiliki potensi sebagai antidiare serta dapat meningkatkan sistem imun dan pada penelitian Tari *et al*, (2015) *Lactobacillus* sp yang merupakan bakteri asam laktat diisolasi dari memberikan aktivitas antidiare dilihat dari penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

Pengembangan teknologi saat ini yang banyak digunakan dalam pengawetan sampel yaitu liofilisasi. Liofilisasi atau pengeringan beku dilakukan pada suhu -10°C sampai -40°C. Metode pengeringan ini cocok digunakan pada produk yang sensitif terhadap suhu panas karena kelebihan yang dapat mempertahankan mutu hasil pengeringan. Menurut Pujihastuti (2009); Januari *et al.*, (2014), beberapa keunggulan produk liofilisasi diantaranya mampu mempertahankan stabilitas dari produk dan struktur bahan, serta dapat meningkatkan kemampuan rehidrasi. Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian terkait formulasi granul liofilisat bakteri asam laktat asal makanan fermentasi sebagai antidiare dengan metode *in vitro* untuk melihat

apakah isolat yang di *freeze dryer* efektif dalam pembuatan formula granul.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, Erlenmeyer (Pyrex), freeze dryer (Buchi L-601), inkubator (Mettler), kulkas (Sharp dan Midea), microwave (Samsung), mikroskop (XSZ-107BN), oven (Falc), dan tabung reaksi (Pyrex).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, aquadest, asam benzoat, aspartam, avicel PH 102, Bacto Agar, CaCO₃ 1%, bakteri uji (*Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium*), etanol, H₂O₂, korek api, koran, magnesium stearat, medium MRS (Man Rogosa Sharpe) Broth, medium Nutrient Agar (NA), NaCl 0,9%, spiritus, pati jagung, plastik, PVP, talkum dan tissue.

Jalannya Penelitian

1. Preparasi sampel kimchi

Dalam 10 ml NaCl 0,9% steril yang telah disuspensikan dengan 1 gram kimchi diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam 9 ml aquades steril, lalu dihomogenkan sehingga menghasilkan pengenceran 10⁻¹ - 10⁻³.

2. Isolasi dan seleksi bakteri asam laktat

Suspensi sampel kimchi diinokulasikan pada medium MRSA dan diremajakan dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam. Kultur MRSA kemudian diinokulasikan kembali pada medium MRSA dengan penambahan CaCO₃ 1%, lalu di

inkubasi selama 48 jam. Pertumbuhan koloni dengan zona bening disekitarnya di inokulasikan dengan metode sinambung pada medium padat MRSA untuk dilakukan pemurnian dan di inkubasi selama 24 sampai 48 jam. Selanjutnya dilakukan pemurnian kembali pada medium dengan lingkungan yang sama sampai diperoleh isolat murni. Isolat murni yang didapatkan diinokulasikan pada medium agar miring dan dijadikan sebagai stok.

3. Identifikasi bakteri asam laktat dengan pewarnaan Gram

Identifikasi bakteri asam laktat dengan pewarnaan gram dilakukan dengan membersihkan kaca objek menggunakan alkohol 96%. Isolat aktif bakteri asam laktat diambil dan diletakkan pada kaca objek secara aseptik dan disebar merata. Selanjutnya dilakukan fiksasi pada kaca objek untuk mencegah hilangnya kultur saat pembilasan. Larutan pewarna kristal violet sebagai Gram A diteteskan sebanyak 2 hingga 3 tetes selama satu menit. Kaca objek dibilas menggunakan air mengalir kemudian dihilangkan kelebihan air. Selanjutnya larutan pwarna iodium sebagai Gram B diteteskan selama 1 menit. Kemudian kaca objek dibilas menggunakan air yang mengalir dan dihilangkan kelebihan air. Larutan alkohol 96% sebagai Gram C yang merupakan *decolorizer* diteteskan pada kaca objek dan didiamkan 30 detik, kemudian dibilas lalu dihilangkan kelebihan air. Selanjutnya

larutan safranin sebagai Gram D diteteskan dan didiamkan 45 detik, kaca objek dibilas dengan air yang mengalir. Kertas serap dapat digunakan untuk menghilangkan kelebihan air pada kaca objek. Hasil pewarnaan bakteri asam laktat dilihat di bawah mikroskop pada pembesaran 100x dengan mengamati bentuk dan warna sel.

4. Uji biokimia

Uji katalase dilakukan dengan mengambil isolat murni bakteri asam laktat dan diletakkan pada kaca objek, kemudian ditetesi dengan H₂O₂ dengan konsentrasi 3% dan diamkan selama ± 1 menit. Jika pada kaca objek terdapat gelembung, maka dapat isolat bakteri asam laktat tersebut dikategorikan sebagai katalase positif. Sebaliknya, jika tidak timbul gelembung, maka bakteri asam laktat tersebut dikategorikan sebagai katalase negatif (Nur *et al.*, 2015).

Uji motilitas dilakukan dengan mengambil isolat murni bakteri asam laktat dan diinokulasikan pada agar tegak lalu diinkubasi pada suhu 30°C selama 48 jam. Setelah 48 jam dilakukan pengamatan terhadap motilitas bakteri.

5. Uji antagonis isolat bakteri asam laktat

Uji antagonis dilakukan menggunakan metode difusi cakram. Pada pengujian ini, suspensi bakteri uji *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium* dioleskan menggunakan *cotton swab* steril pada media uji. Kemudian *blank disc* yang telah

diteteskan 10 µl suspensi isolat diletakkan pada dua sisi cawan media uji dan diberi jarak sekitar 3 cm. Selanjutnya media uji diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil uji dapat diamati dengan melihat zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri.

6. Liofilisasi isolat bakteri asam laktat

Hasil uji bakteri asam laktat dengan aktivitas paling bagus diinokulasi ke medium MRSB kemudian diinkubasi selama 24 jam. Setelah itu media disentrifus selama 20 menit dengan kecepatan 10.000 rpm. Diambil supernatan dan dimasukkan kedalam cawan petri plastik dan selanjutnya di *freeze dryer*.

7. Formulasi granul liofilisat bakteri asam laktat

Avicel PH 102 dimasukkan sedikit terlebih dahulu ke dalam lumpang untuk menutupi pori-pori lumpang. Kemudian dimasukkan zat aktif ke dalam lumpang digerus homogen lalu ditambahkan aspartam dan asam benzoat lalu digerus hingga homogen. Dimasukkan pati jagung ke dalam lumpang lalu digerus hingga homogen dan dimasukkan sisa avicel PH 102, digerus hingga homogen. Dimasukkan PVP lalu digerus homogen dan ditambahkan etnaol 70% sedikit demi sedikit hingga terbentuk massa lunak. Setelah terbentuk massa lunak maka dilakukan pengayakan dengan ayakan no. 16 kemudian dikeringkan pada 50°C selama 2 jam dalam oven.

Setelah itu dilakukan pengayakan kembali menggunakan ayakan no. 18 kemudian ditambahkan magnesium stearat dan talkum, dicampur hingga homogen (Tabel 1). Dilakukan evaluasi granul dan pengujian efektivitas.

8. Uji Efektivitas Antibakteri.

10 ml medium Nutrient Agar (NA) steril secara aseptis dimasukkan ke dalam cawan petri sebagai *base layer*. Setelah *base layer* memadat, dimasukkan pencadang lalu dituang medium NA yang telah ditambahkan 0,2 ml suspensi bakteri uji (*Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium*) kedalam cawan petri sebagai *seed layer*, lalu didiamkan hingga memadat. Setelah memadat diangkat pencadang. Dilarutkan formulasi granul liofilisat bakteri asam laktat kemudian ditetesi kedalam sumuran banyak 0,2 ml selanjutnya diinkubasi cawan uji pada 37°C selama 24 jam. Zona hambat yang terbentuk disekitar koloni diamati dan dilakukan pengukuran.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan sampel makanan fermentasi yaitu kimchi. Kimchi disuspensikan dengan larutan fisiologis (NaCl 0,9%) yang dibuat dengan pengenceran yaitu 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Setelah dilakukan isolasi, didapatkan 8 isolat bakteri asam laktat asal kimchi. Karakterisasi isolat bakteri asam laktat dapat dilihat pada Tabel 2.

Identifikasi bakteri dapat dilakukan dengan pengujian secara

morfologi dan biokimia. Identifikasi ciri morfologi dilakukan untuk mengetahui genus bakteri dengan melakukan pewarnaan Gram dan karakterisasi fisiologis seperti uji katalase (Setyawardani *et al*, 200).

Pada karakterisasi makroskopik didapatkan 8 koloni yang berbentuk bulat dan warna putih susu. Menurut penelitian Yolanda *et.al* pada tahun 2017 bentuk koloni bakteri asam laktat asal kimchi yaitu bulat, bentuk L, filiform, dan bulat tepian timbul sedangkan warna koloni yaitu putih keruh dan putih susu. Nudyanto *et al*, (2015) dalam penelitiannya mendapatkan isolat bakteri asam laktat yang berbentuk bulat dan berwarna putih.

Pada karakterisasi mikroskopik didapatkan 8 isolat berbentuk basil yang termasuk kelompok bakteri gram positif setelah diamati pada mikroskop dengan perbesaran 100x. Yolanda *et al*, (2017) dan Nudyanto *et al*, (2015) mengemukakan bahwa isolat bakteri asam laktat asal kimchi termasuk dalam kelompok bakteri gram positif. Pada pengujian katalase dari 8 isolat didapatkan hasil katalase negatif. Dikatakan hasil katalase negatif karena gelembung tidak terbentuk pada saat penambahan H_2O_2 . Diketahui bakteri asal laktat tidak mampu menghasilkan enzim katalase. Adapun peran enzim katalase ini mampu mengkatalisis hidrogen peroksida menjadi oksigen dan air. Tidak dibutuhkan banyak oksigen oleh bakteri asam laktat untuk bertahan hidup.

Tabel 1. Formula liofilisat bakteri asam laktat

Bahan	Kegunaan	Konsentrasi (%)		
		F1	F2	F3
Liofilisat BAL	Zat aktif	1	3	5
PVP	Pengikat	2	2	2
<i>Amylum maydis</i>	Penghancur	10	10	10
Magnesium stearat	Lubrikan	1	1	1
Talkum	Glidan	2	2	2
Aspartam	Pemanis	3	3	3
Asam benzoat	Pengawet	0,1	0,1	0,1
Avicel PH 102	Pengisi	ad 100	ad 100	ad 100

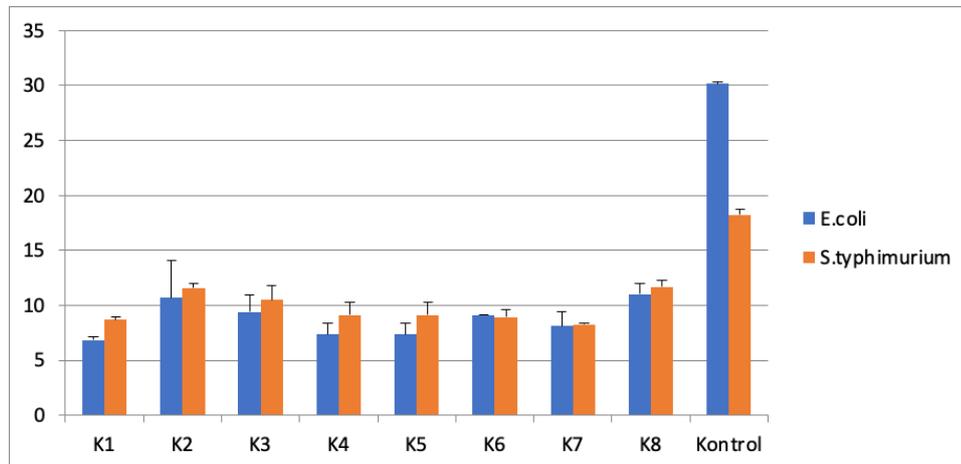
Tabel 2. Karakterisasi makroskopik dan mikroskopik isolat bakteri asam laktat yang diisolasi asal kimchi

Pengujian	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	Karakter BAL
Makroskopik:									
Bentuk koloni	Bulat	Bulat, filiform, bentuk L							
Warna koloni	Putih susu	Putih susu, putih keruh							
Mikroskopik :									
Bentuk sel	Basil	<i>Basil, coccus, diplococcus</i>							
Gram	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Katalase	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Motilitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-

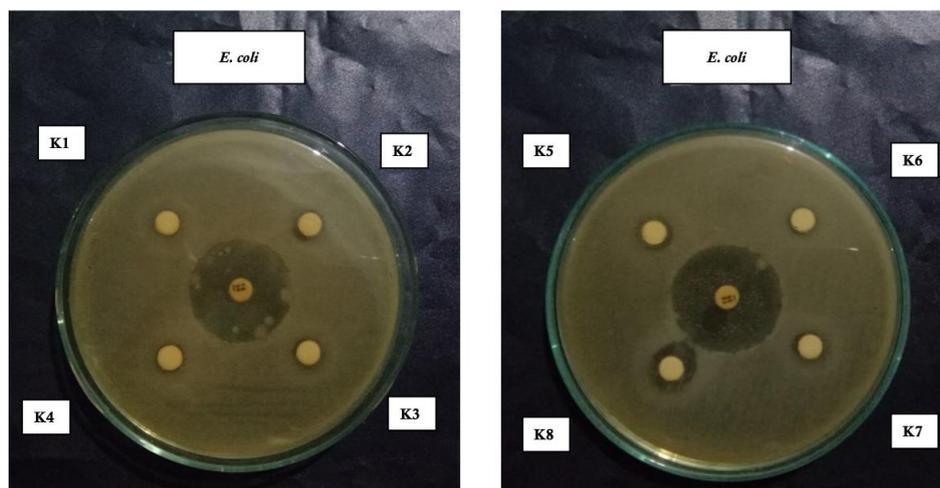
Karakter BAL menurut Yolanda *et al* (2017) dan Nudyanto *et al* (2015)

Pada pengujian motilitas dari 8 isolat didapatkan hasil yaitu nonmotil yang ditandai dengan tidak adanya pertumbuhan bakteri disekitar tusukan pada medium Semi Indol Motility (SIM). Hasil uji motilitas ini sesuai dengan sifat dari bakteri asam laktat yang pada umumnya adalah non motil. *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium* digunakan sebagai balteri uji dalam pengujian aktivitas senyawa antibakteri. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan melihat terbentuknya zona bening

disekitar *blank disk* yang telah ditetesi isolat bakteri asam laktat. Menurut Rai *et al*, (2009), ciri aktivitas antibakteri yaitu adanya zona hambat yang bulat, bening dan juga luas. Aktivitas fermentat bakteri asam laktat asal kimchi dapat dilihat pada Gambar 1-3. Isolat K1-K8 dapat menghambat bakteri uji. Kemampuan bakteri asam laktat dari kimchi dalam menghambat *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium* menunjukkan diameter penghambatan antara 6-12 mm.



Gambar 1. Hasil uji aktivitas fermentat bakteri asam laktat asal kimchi (K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8) dan kontrol positif tetrasiklin (K+) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium*

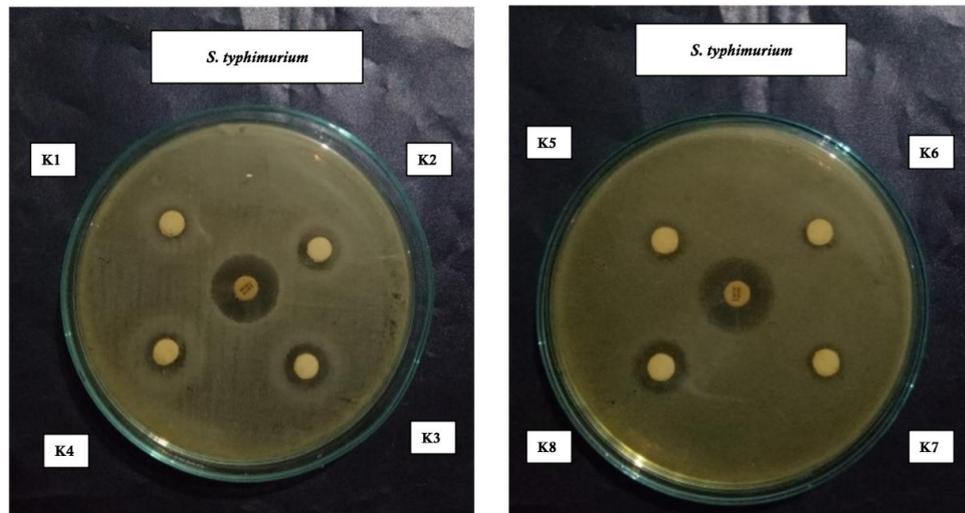


Gambar 2. Hasil uji aktivitas BAL isolat K1-K8 terhadap bakteri *Escherichia coli*

Semua fermentat bakteri asam laktat mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium* dengan baik. Kemampuan terbesar dalam penghambatan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium* ditunjukkan oleh fermentat K8 dilihat dari diameter penghambatan yang terbentuk masing-masing 11,02 mm dan 11,68 mm. Pada

penelitian Yolanda *et al*, (2017) didapatkan 8 isolat bakteri asam laktat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Penelitian ini dibuat formula granul sebanyak tiga variasi formula, dengan hasil evaluasi formula sediaan granul, dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 3. Hasil uji aktivitas BAL isolat K1-K8 terhadap bakteri *Salmonella typhimurium*

Berdasarkan hasil evaluasi granul pada uji organoleptik dari ketiga formula didapatkan hasil granul berwarna putih, tidak berbau, dan rasa manis sedangkan pada uji homogenitas didapatkan hasil yang homogen dari ketiga formula dilihat secara visual dari keseragaman warna serta keseragaman bentuk granul.

Pada pengujian kadar air didapatkan % kadar air masing-masing formula 1, 2, dan 3 yaitu 3,40% ; 3,46% ; 3,76%. Jika banyak air yang terkandung dalam granul maka akan menghasilkan kualitas granul yang kurang baik. Ketiga formula tersebut memenuhi persyaratan sesuai dengan literatur yang mengemukakan bahwa granul dikatakan baik mengandung kadar air sekitar 3% hingga 5 % (R.Voight, 1995).

Nilai kadar air dalam granul akan menentukan sudut istirahat dan kecepatan alir granul. Jika kadar air granul terlalu besar maka akan terjadi peningkatan kohesi diantara partikel akan meningkat dan dapat

menyebabkan granul tersebut kehilangan kemampuan mobilitas untuk mengalir. Waktu alir granul merupakan waktu yang dibutuhkan setelah granul dialirkan melalui corong. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sifat alir granul yaitu kadar air granul, ukuran dan bentuk partikel granul. Sifat alir granul yang kurang baik dapat diatasi dengan menambah atau meningkatkan konsentrasi bahan tambahan pelicin sehingga gesekan antarpartikel dapat menurun. Jika kecepatan alir suatu granul semakin cepat, maka kualitas granul akan semakin baik pula. Hasil pengujian menunjukkan kecepatan aliran granul formula 1, 2 dan 3 masing-masing 1,65 g/detik ; 3,51 g/detik ; 2,67 g/detik. Granul yang baik memiliki indeks laju alir sebesar 10 g/detik. Nilai laju alir dengan indeks >10 g/detik menunjukkan bahwa granul tersebut mengalir bebas dan nilai 4-10 g/detik menunjukkan granul mudah mengalir. (Aulton, 2002).

Tabel 3. Hasil evaluasi granul liofilisat bakteri asam laktat

Jenis Evaluasi	Formula			Formula stabil
	F1	F2	F3	
Organoleptik				
a. Warna	Putih	Putih	Putih	Putih
b. Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
c. Rasa	Manis	Manis	Manis	Manis
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
Uji kadar air (%)	3,40±0,01	3,46±0,01	3,76±0,01	3-5 (R. Voight., 1995)
Uji kelarutan	Tidak larut	Tidak larut	Tidak larut	Larut
Uji bobot jenis nyata (g/mL)	0,38±0,01	0,37±0,01	0,38±0,01	
Uji bobot jenis mampat (g/mL)	0,43±0,01	0,42±0,01	0,42±0,01	<50 (Syofyan <i>et al.</i> , 2015)
Porositas	0,43±0,01	0,42±0,01	0,42±0,01	
Kecepatan alir (g/detik)	1,65±0,01	3,51±0,1	2,67±0,02	<10 (Lina <i>et al.</i> , 2014)
Sudut diam (°)	14,83±0,9	23,72±0,1	23,16±0,2	<30 (Syofyan <i>et al.</i> , 2015)
Uji kompresibilitas (%)	11,63±0,1	11,90±0,02	9,52±0,1	<10 (USP, 2007)

Sudut istirahat digunakan sebagai pengukuran kemampuan alir serbuk dan memiliki keterkaitan dengan gaya kohesi antarpartikel. Terdapat beberapa metode pengukuran sudut istirahat salah satunya dengan mengukur diameter tumpukan dan tinggi puncak granul yang terbentuk (Lachman, 2008). Sudut istirahat yang lebih besar dari 50° menunjukkan bahwa serbuk atau granul memiliki sifat alir yang tidak baik. Sedangkan sudut istirahat yang mendekati 25° menunjukkan bahwa serbuk atau granul memiliki sifat alir yang sangat baik. Hasil pengujian sudut istirahat pada formula 1, 2 dan 3 masing-masing sebesar 14,83°; 23,72°; 23,16°. Berdasarkan hasil tersebut, granul memenuhi persyaratan sudut istirahat.

Pada pengujian kelarutan, ketiga formula tidak larut sempurna dalam air dan tween 80. Jika dilihat dari zat

tambahan yang digunakan pada formula granul terdapat avicel, magnesium stearat dan talkum yang praktis tidak larut dalam air.

Pengukuran bobot jenis nyata dan bobot jenis mampat dihitung berdasarkan bobot granul terhadap volume sebelum dan setelah dimampatkan. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur porositas granul. Hasil pengukuran bobot jenis nyata pada formula 1, 2 dan 3 masing-masing didapatkan 0,38 g/ml ; 0,37 g/ml ; 0,38 g/ml. Sedangkan hasil pengukuran bobot jenis mampat pada formula 1, 2 dan 3 masing-masing 0,43 g/ml ; 0,42 g/ml ; 0,42 g/ml. bentuk partikel granul akan mempengaruhi bobot jenis mampat. Jika granul berukuran besar, maka kecepatan *bulk* akan menurun. Jika dibandingkan dengan granul yang berukuran lebih besar, granul yang berukuran lebih kecil

akan membentuk massa yang lebih kompak (Lachman, 2008).

Porositas merupakan rongga yang terdapat diantara partikel granul dimana persentase atau tingkat porositas granul dapat memberi gambaran kemungkinan tablet kempa yang akan dihasilkan yang juga menunjukkan tingkat kekuatan granul. Berdasarkan hasil uji porositas didapatkan nilai porositas formula 1, 2 dan 3 masing-masing yaitu 0,43 ; 0,42 ; 0,42. Umumnya nilai porositas dari kerapatan granul yang semakin besar akan menyebabkan penurunan jumlah obat sehingga secara farmakologis dapat terjadi penurunan mutu. Hal tersebut disebabkan karena rongga yang terbentuk antar partikel dalam granul semakin besar sehingga volume antar partikel meningkat dan volume partikel itu sendiri akan menurun. Nilai porositas berbanding terbalik dengan sifat alir granul.

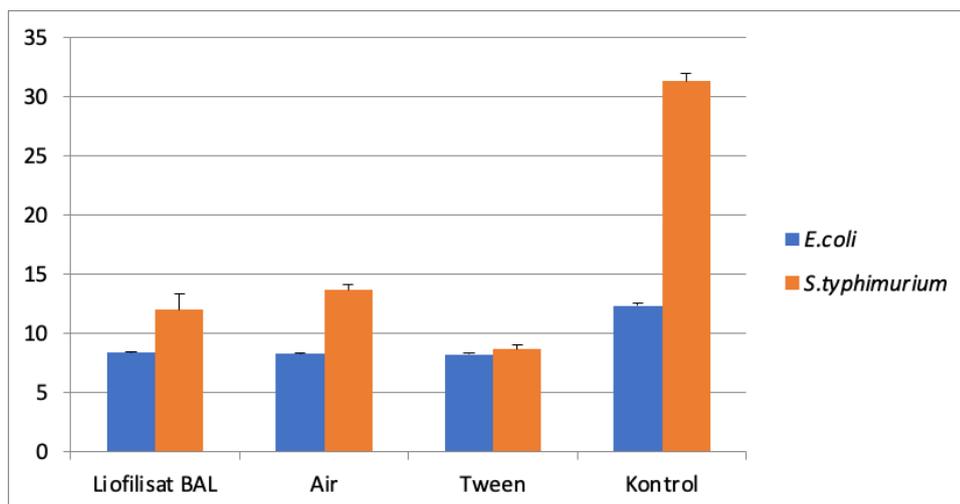
Kompresibilitas formula 1, 2 dan 3 masing-masing 11,63; 11,90; 9,52. Berdasarkan literatur, persen kompresibilitas dari F1 dan F2 dapat dikategorikan memiliki sifat alir yang baik sementara F3 dikategorikan memiliki sifat alir istimewa.

Pengujian efektivitas dilakukan pada liofilisat sebelum diformulasi dan liofilisat sesudah diformulasi (Gambar 4). Uji efektivitas formula granul dilakukan dengan 2 perlakuan yaitu menggunakan pelarut air dan tween 80. Pada pengujian granul dengan pelarut air didapatkan hasil diameter zona hambat 8,3 mm terhadap *Escherichia coli* dan 13,66 mm terhadap *Salmonella typhimurium*. Pada

granul dengan pelarut tween 80 diameter zona hambat yang didapatkan terhadap *Escherichia coli* adalah 8,23 mm sedangkan terhadap *Salmonella typhimurium* adalah 8,64 mm. Pada liofilisat BAL diameter zona hambat yang didapatkan terhadap *Escherichia coli* sebesar 8,41 mm dan terhadap *Salmonella typhimurium* sebesar 11,45 mm. Dilihat dari diameter zona hambat formula granul dengan pelarut tween 80 tidak stabil terhadap bakteri *Salmonella typhimurium* dikarenakan turunnya efektifitas granul tersebut. Pada pengujian efektivitas granul terhadap bakteri *Escherichia coli* terjadi penurunan efektivitas setelah diformulasi menjadi sediaan granul. Hal yang menyebabkan sehingga efektivitas liofilisat meningkat setelah diformulasi menjadi sediaan granul karena adanya kandungan asam benzoat pada granul sebagai zat pengawet.

Kesimpulan

Didapatkan 8 isolat bakteri asam laktat asal yang berasal dari kimchi. Isolat K8 menunjukkan aktivitas tertinggi dengan diameter zona hambat terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium* sebesar 11,02 dan 11,68 mm. Liofilisat bakteri asam laktat dapat dibuat menjadi sediaan granul yang stabil. Liofilisat bakteri asam laktat dari isolat K8 menghasilkan diameter zona hambat terhadap *Salmonella typhimurium* dan 8,3 mm terhadap *Escherichia coli* sebesar 13,66 dan 8,3 mm.



Gambar 4. Uji efektivitas formula terhadap bakteri uji *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium*. Sampel uji yaitu liofilisat BAL sebelum diformulasi, granul dilarutkan dengan air, granul dilarutkan tween dan kontrol positif antibiotik tetrasiklin

Daftar Pustaka

- Aritonang, S. N., Roza, E., Rossi, E. and Purwati, E. H. 2017. Isolation and identification of lactic acid bacteria from okara and evaluation of their potential as candidate probiotics. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16(8): 618-628.
- Asmaa, E., El-Din, M. M. Z. and El-Sharoud, W. M. 2011. Isolation of exopolysaccharide - producing lactic acid bacteria from traditional Egyptian dairy products. *Journal of Food and Dairy Science*.2(4): 176-182.
- Astawan, M., Wresdiyanti, T., Arief, I. I. and Febiyanti, D. 2011. Potensi bakteri asam laktat probiotik indigenus sebagai antidiare dan imunomodulator. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. 12: 11-15.
- Aulton, M. E. 2002. *Pharmaceutics the Science of Dosage Form Design*, 2nd Ed. Churchill Livingstone.
- Ayivi, R. D., Gyawali, R., Krastanov, A., Aljaloud, S. O., Worku, M., Tahergorabi, R., Silva, R. C. and Ibrahim, A. A. 2020. Lactic acid bacteria: Food safety and human health applications. *Dairy*. 1: 202-232.
- Benkerroum, N., Ghouati, Y. and Ghalfi, H. 2007. Screening for bacteriocin-producing lactic acid bacteria from various moroccan food product and partial characterization of putative bacteriocins. *Biotechnology*. 6: 481-488.
- Ibrahim, A., Fridayanti, A. and Delvia, F. 2015. Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat (BAL) dari buah mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1: 159-163.

- Januari, A. and Martin, A. 2014. Pengerian bengkang dengan sistem pengerian beku vakum (vacuum freeze drying system). *Jom FTEKNIK*. 1: 2-3.
- Lachman, L., Lieberman, H. A. and Kanig, J. L. 2008. *Teori dan Praktek Farmasi Industri (Terjemahan)*. UI Press. Jakarta.
- Nudyanto, A. and Zubaidah, E. 2015. Isolasi bakteri asam laktat penghasil eksopolisakarida dari kimchi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 743-748.
- Nur, F., Hafsan, H. and Wahdiniar, A. 2015. Isolasi bakteri asam laktat berpotensi probiotik pada dangke, makanan tradisional dari susu kerbau di Curio Kabupaten Enrekang. *Jurnal Ilmiah Biologi*. 3: 61.
- Pelczar, M.J., Chan E.S. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi (Terjemahan)*. UI Press. Jakarta.
- Pujihastuti, I. 2009. Teknologi pengawetan buah tomat dengan metode freeze drying. *Metana*. 6(1).
- Setyawardani, T., Rahayu, W. P., Maheswari, R. and Palupi, N. H. S. 2011. Identification and characterization of probiotic lactic acid bacteria isolated from indigenous goat milk. *Animal Production*. 13(1): 57-63
- Syofyan, S., Yanuarto, T. and Octavia, M. D. 2015. Pengaruh kombinasi magnesium stearat dan talkum sebagai lubrikan terhadap profil disolusi tablet ibuprofen. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*. 1(2): 195-206
- Tari, I. N. and Handayani, C. B. 2015. Uji potensi antidiare *Lactobacillus* sp. indigenous sebagai kultur starter pada yogurt dengan suplementasi ekstrak ubi jalar ungu. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 8: 63-69.
- The United States Pharmacopeia. The National formulary. 2007. Rockville. United States Pharmacopeial Convention Inc.
- Voight, R. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 1995.
- Yolanda, B. dan Meitiniarti, V. I. 2017. Isolasi bakteri asam laktat dari kimchi dan kemampuannya menghasilkan senyawa anti bakteri. *Scripta Biologica*. 3: 165-169.
- Yusmarini, Y., Pato, U., Johan, V. S., Ali, A. dan Kusumaningrum, K. 2017. Karakterisasi bakteri asam laktat amilolitik dari industri pengolahan pati sagu. *AGRITECH*. 37: 95-100.