

Mutu Starter Kering Yoghurt Probiotik Di berbagai Suhu Selama Penyimpanan
(Miskiyah, Juniawati, dan Lisha Yuanita)

MUTU STARTER KERING YOGHURT PROBIOTIK DI BERBAGAI SUHU SELAMA PENYIMPANAN

QUALITY OF DRY STARTER OF PROBIOTIC YOGHURT AT DIFFERENT TEMPERATURE DURING STORAGE

Miskiyah^a, Juniawati^a, dan Lisha Yuanita^b

^aBalai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No 12 Bogor, 16114

^bFakultas Teknologi Industri Jurusan Teknologi Pangan Universitas Sahid Jakarta
Jl. Prof. Dr. Soepomo No.84 Jakarta, 12870

Email : miski.pascapanen2015@gmail.com

ABSTRAK

Penentuan masa simpan starter kering yoghurt probiotik bermanfaat untuk mengetahui kondisi penyimpanan yang optimal bagi starter kering. Mutu starter kering yang diuji meliputi total bakteri asam laktat/BAL, kadar air dan nilai a_w . Mutu yoghurt yang diuji meliputi total BAL, pH, total asam tertitrasi, kadar protein dan mutu organoleptik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap pola Faktorial (RALF). Hasil penelitian menunjukkan suhu dan waktu penyimpanan starter kering pada suhu *freezer* (-20°C) lebih baik dibandingkan penyimpanan pada suhu *refrigerator* (5°C) maupun pada suhu ruang (27°C). Pada penyimpanan suhu *freezer* selama 8 minggu menunjukkan viabilitas sel starter kering 6,24 log CFU/g, dengan jumlah total BAL pada yoghurt probiotik hasil rehidrasi 11,52 log CFU/mL, Kadar air 4,71%, pH 4,66, Total asam tertitrasi (TAT) 1,56 dan kadar protein 5,68%. Penyimpanan starter di *freezer* menghasilkan yoghurt probiotik yang secara organoleptik (tekstur, aroma, rasa, konsistensi dan warna) lebih disukai dibandingkan dengan disimpan dalam *refrigerator* dan suhu ruang.

Kata kunci : Mutu, Starter Kering, Suhu Penyimpanan, Yoghurt Probiotik

ABSTRACT

Miskiyah, Juniawati, and Lisha Yuanita. 2020. Quality of Dry Starter of Probiotic Yoghurt at Different Temperature During Storage.

Shelf life determination of probiotic yogurt dry starter is useful to obtain the optimal storage conditions for dry starter. The quality of dry starter tested included total lactic acid bacteria/LAB, water content, and A_w value). The quality of the dry starter included total LAB, pH, total titratable acid, protein content, and organoleptic quality. This research used completely randomized factorial design experimental method with two factors. Result showed that temperature and storage time of the dry starter at freezer (-20°C) better than storage at refrigerator temperature (5°C) and at room temperature (27°C). The storage temperature of freezer for 8 weeks showed the viability of dry starter cell 6.24 log CFU/g, with total amount of LAB on rehydrated probiotic yogurt 11.52 log CFU/mL, 4.71% water content, pH 4.66, Total titratable acid (TAT) 1.56 and protein content 5.68%. Storage of the starter in freezer produces probiotic yogurt which organoleptically (texture, aroma, taste, consistency and color) were preferred compared to stored in a refrigerator and room temperature.

Keywords : quality, dry starter, probiotic yoghurt, storage temperature

PENDAHULUAN

Kultur starter merupakan bahan yang mengandung mikroorganisme tertentu dan berperan dalam proses fermentasi. Kultur starter umumnya digunakan sebagai bahan baku dalam proses fermentasi secara terkontrol. Beberapa produk hasil fermentasi yang menggunakan kultur starter antara lain yoghurt, *nata de coco*, keju, tempe, tape, dan lain-lain.

Berdasarkan bentuknya, kultur starter dibedakan menjadi starter basah dan kering¹. Penanganan khusus starter dalam media cair membutuhkan banyak biaya dan tenaga serta kemungkinan terjadi kontaminasi cukup tinggi. Penyediaan kultur starter dalam bentuk kering akan memudahkan penanganan dan memungkinkan untuk dapat digunakan setiap saat².

Starter kering dibuat melalui proses pengeringan dengan menggunakan bahan enkapsulan. Terdapat beberapa metode pengeringan starter antara lain menggunakan *spray dryer*, pengeringan beku (*freeze dryer*), oven dan oven vakum^{3,4}. Kekurangan dari starter kering yaitu penurunan viabilitas mikroorganisme akibat adanya proses pengeringan.

Kelebihan starter kering yaitu kemudahan dalam penanganan produk dan meminimalisasi terjadinya kontaminasi⁵. Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu starter kering adalah kondisi penyimpanan. Faktor lingkungan merupakan aspek pendukung dalam peningkatan jumlah sel dan memberikan gambaran terhadap kurva pertumbuhan⁶.

Suhu dan waktu penyimpanan menjadi faktor penting dalam menentukan mutu starter. Suhu dapat mempengaruhi mikroorganisme dalam dua cara yang berlawanan. Suhu tinggi dapat meningkatkan kecepatan metabolisme sehingga pertumbuhan dipercepat dan sebaliknya. Suhu dan waktu penyimpanan yang tidak optimal dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri akan berhenti akibatnya komponen sel bakteri menjadi tidak aktif dan menyebabkan kematian bakteri⁷.

Pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dapat meningkat seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi, suhu, kelembaban, pH dan nutrisi⁸. Mutu starter kering dan yoghurt probiotik diberbagai suhu penyimpanan selama penyimpanan diperlukan untuk mengetahui mutu kinerja starter kering dan yoghurt probiotik. Tujuan penelitian untuk mengetahui mutu karakteristik starter kering dan yoghurt probiotik pada suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Organoleptik Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Bogor pada tahun 2018. Bahan yang digunakan dalam pembuatan starter kering yoghurt probiotik terdiri dari susu sapi segar, susu skim (SUNLAC), starter yoghurt probiotik yang terdiri dari *Streptococcus thermophilus* ENCC 0040, *Lactobacillus bulgaricus* ENCC 0041, *Lactobacillus casei* FNCC 0090, *Bifidobacterium longum* ATCC 15707, *deMan Rogosa and Sharpe Agar* (MRSA) (Merck), dan larutan garam fisiologis 0,85%. Peralatan yang digunakan terdiri dari *spray dryer* (model SD-15 A), termometer, pHmeter (Hanna instrument HI2210-01), A_w -meter (Hygrolab-rotrotronic), alat gelas, mikropipet steril, gelas ukur, bunsen, buret, timbangan analitik, inkubator.

Metode

Pembuatan kultur induk dan kultur kerja

Kultur bakteri sebanyak 10% (v/v basis susu steril) masing-masing kultur *Lactobacillus bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. casei*, dan *B. longum* dilakukan pencampuran dengan susu steril dan dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 18 jam⁹ dengan modifikasi. Selanjutnya hasil inkubasi disebut sebagai kultur induk. Tahap selanjutnya 10% kultur induk masing-masing bakteri dicampurkan dengan media yang mengandung 10% susu skim, 3% D-glukosa dalam 125 ml yang sudah disterilisasi. Inkubasi dilakukan kemudian pada suhu 37°C selama 18 jam. Hasil inkubasi campuran disebut sebagai kultur kerja. Kultur kerja yang sudah dibuat pada tahap sebelumnya, disimpan dalam *refrigerator* suhu $\pm 5^\circ\text{C}$.

Pembuatan starter kering

Kultur kerja ditambahkan susu skim (20%) dan akuades steril 500 ml. Selanjutnya homogenisasi dilakukan dengan kecepatan 1100 rpm selama 10 menit. Proses pengeringan dilakukan menggunakan *spray dryer* dengan suhu *inlet* 140°C dan suhu *outlet* 65-70°C, dengan kecepatan semprot 50-2000 ml/jam.

Parameter uji

Analisis mutu starter kering dalam penelitian antara lain analisis mikrobiologi (total BAL)¹⁰, analisis mutu kimia terdiri dari kadar air¹¹ dan nilai A_w ¹². Mutu yoghurt hasil rehidrasi meliputi mutu mikrobiologi

Mutu Starter Kering Yoghurt Probiotik Di berbagai Suhu Selama Penyimpanan (Miskiyah, Juniawati, dan Lisha Yuanita)

(total BAL)¹⁰, analisis mutu kimia berupa nilai pH¹⁰, uji total asam tertitrasi¹⁰, kadar protein¹⁰, serta mutu organoleptik¹⁰.

Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan dua faktor perlakuan dan dua kali ulangan. Faktor A : Suhu Penyimpanan (A1 : freezer (-20°C); A2 : refrigerator (5°C); A3 : ruang (27°C) dan faktor B : waktu penyimpanan (B1 : minggu ke-0; B2 : minggu ke-2; B3 : minggu ke-4; B4 : minggu ke-6; B5 : minggu ke-8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Starter Kering Yoghurt Probiotik

Penentuan karakteristik starter kering yoghurt probiotik dilakukan sesuai dengan parameter mutu yang diamati selama penyimpanan. Parameter yang dipilih untuk menentukan mutu starter kering meliputi total BAL, kadar air, dan nilai A_w starter. Sedangkan parameter lain ditentukan setelah starter direhidrasi menjadi produk yoghurt. Parameter yang diamati terhadap yoghurt meliputi total BAL, nilai pH, kadar protein, dan total asam tertitrasi, serta mutu organoleptik parameter tekstur, aroma, rasa, konsistensi, dan warna. Karakteristik starter kering yoghurt probiotik terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa total bakteri asam laktat (BAL) pada starter kering 1,89x10⁷, jumlah tersebut telah sesuai dengan jumlah yang telah ditetapkan di dalam SNI 2089 : 2009, minimal 10⁷CFU/

ml. Sedangkan starter yoghurt setelah direhidrasi dan diaktifkan kembali menunjukkan total BAL dalam yoghurt hasil rehidrasi sebesar 7,9 x 10¹² CFU/g. Hal ini disebabkan BAL yang ada dalam starter tersebut tidak dorman lagi. Nilai kadar air starter kering sebesar 4,36 %, nilai tersebut sesuai dengan batas maksimal kadar air pada susu bubuk berdasarkan SNI 2970 : 2006, yaitu batas maksimal kadar air susu bubuk adalah 5% b/b. Nilai A_w starter kering yaitu 0,25, nilai tersebut sudah cukup untuk menghambat tumbuhnya mikroorganisme yang dapat mengkontaminasi starter kering¹³.

Kadar protein pada mutu awal yang dihasilkan sebesar 7,50%, telah sesuai dengan SNI 2089 : 2009 yaitu minimal sebesar 2,7%. Kadar total asam tertitrasi (TAT) sebesar 1,90%, telah sesuai dengan SNI 2089 : 2009 yaitu pada kisaran 0,5-2,0%. Nilai pH yoghurt sebesar 4,02, nilai tersebut sesuai dengan syarat *Food Standards Australia New Zealand*¹⁴, bahwa yoghurt yang baik adalah memiliki nilai pH maksimum 4,5.

Mutu Mikrobiologi Starter Kering selama Penyimpanan

Viabilitas BAL dalam Starter Kering

Rata-rata total BAL dalam starter kering selama penyimpanan disajikan pada Tabel 2. Semakin tinggi suhu penyimpanan starter kering viabilitas BAL cenderung menurun, demikian juga dengan semakin lama waktu penyimpanan. Data total BAL selama penyimpanan starter kering pada suhu -20 °C menghasilkan viabilitas starter yang lebih tinggi dibandingkan penyimpanan pada dua suhu lainnya. Sehingga dapat dikatakan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap viabilitas BAL dalam starter kering. Uji Tukey menunjukkan total BAL

Tabel 1. Rataan karakteristik mutu starter kering dan yoghurt probiotik
Table 1. Average of quality characteristic of dry starter and probiotic yoghurt

Parameter (parameter)	Hasil analisis (analysis result)	Referensi (reference)
Starter kering/dry starter:		
Total BAL/ <i>Lactic Acid Bacteria</i> (LAB) (CFU/g)	1,89 x 10 ⁷	10 ⁷ (SNI 2089:2009)
Kadar air (% b/b)/ <i>water content</i> (% v/v)	4,36	Maks 5 (susu bubuk/ <i>milk powder</i> , SNI 2970:2006)
Aktivitas air (A _w)/ <i>water activity</i> (A _w)	0,25	Bonazzi dan Dumoulin, 2011
Yoghurt/Yoghurt:		
Total BAL (CFU/ml)/ <i>Lactic Acid Bacteria</i> (LAB) (CFU/ml)	7,9 x 10 ¹²	10 ⁷ (SNI 2089:2009)
Kadar Protein (% b/b)/ <i>Protein content</i> (% v/v)	7,50	Min 2,7 (SNI 2089:2009)
Total asam tertitrasi (% b/b)/ <i>total titratable acid</i> (% v/v)	1,90	0,5-2,0 (SNI 2089:2009)
Nilai pH/pH value	4,02	Maks 4,5 (<i>Food Standards Australia New Zealand</i> , 2014)

dalam starter kering yang disimpan pada suhu -20, 5 dan 27 °C berbeda nyata satu sama lain.

Nilai signifikansi interaksi antara suhu dan waktu penyimpanan ($P < 0,05$) yang berarti ada interaksi antara suhu dan waktu penyimpanan secara nyata berpengaruh terhadap viabilitas BAL dalam starter kering. Viabilitas BAL dalam starter yang disimpan pada suhu -20 °C minggu ke-0 berbeda nyata dengan penyimpanan suhu 27°C minggu ke- 2, 4, 6, dan 8 (Tabel 2).

Efek panas yang ditimbulkan dari proses pengeringan menyebabkan menguapnya air yang terdapat pada permukaan sel bakteri¹⁵. Kerusakan sel selama proses pengeringan disebabkan oleh dehidrasi akibat suhu tinggi¹⁶. Dehidrasi selama proses pengeringan juga dapat menyebabkan membran sel mengalami kerusakan, sehingga terjadi kebocoran sel¹⁷.

Viabilitas sel mikroba setelah pengeringan sangat bergantung terhadap suhu penyimpanan. Mikroorganisme cenderung bertahan lebih baik dalam suhu penyimpanan yang relatif rendah¹⁸. Penyimpanan starter pada suhu tinggi cenderung menghasilkan viabilitas BAL yang rendah, hal tersebut disebabkan perubahan struktur makromolekul seperti protein dan asam nukleat pada sel bakteri. Selain itu, penyimpanan pada suhu tinggi juga menyebabkan dehidrasi, sehingga fluiditas membran sitoplasma berubah dan terjadi oksidasi lipid¹⁸.

Viabilitas BAL dalam Yoghurt Hasil Rehidrasi

Proses rehidrasi starter kering menjadi yoghurt bertujuan untuk menguji kemampuan metabolisme suatu bakteri setelah dilakukan proses pengeringan. Setelah proses pengeringan, diharapkan sejumlah fungsi optimal suatu bakteri tetap bertahan atau setidaknya tingkat viabilitas tidak menurun terlalu signifikan².

Rata-rata total BAL dalam yoghurt disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan starter kering, viabilitas BAL dalam yoghurt cenderung menurun, demikian juga dengan semakin lama waktu penyimpanan. Data total BAL yoghurt dari starter kering yang disimpan pada suhu -20°C menghasilkan viabilitas yang lebih tinggi dibandingkan penyimpanan pada dua suhu lain. Semakin tinggi viabilitas BAL dalam starter kering, semakin tinggi pula viabilitas BAL dalam yoghurt yang dihasilkan.

Tabel 3. menunjukkan bahwa suhu penyimpanan starter kering berpengaruh nyata terhadap viabilitas BAL dalam yoghurt yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji Tukey, viabilitas BAL dalam yoghurt dari starter kering yang disimpan pada suhu -20 dan 5°C berbeda nyata dengan viabilitas BAL dalam yoghurt dari starter kering yang disimpan pada suhu 27°C. Lebih lanjut hasil analisis juga menemukan adanya interaksi antara suhu dan waktu penyimpanan yang berpengaruh nyata terhadap viabilitas BAL dalam yoghurt.

Tabel 2. Rata-rata viabilitas starter kering yoghurt probiotik selama penyimpanan (log CFU/g)

Table 2. Average viability of probiotic dry starter yoghurt during storage (log CFU/g)

Suhu/Temperature (°C)	Waktu Penyimpanan (minggu) /storage time (weeks)				
	0	2	4	6	8
-20	7,28 ^a	7,21 ^a	6,99 ^{ab}	6,46 ^{cd}	6,24 ^{cd}
5	7,28 ^a	7,04 ^{ab}	6,41 ^{cd}	6,33 ^{cd}	6,04 ^d
27	7,28 ^a	6,65 ^{bc}	5,57 ^e	4,44 ^f	4,03 ^f

Keterangan/remarks : Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada selang kepercayaan 5%/
The value followed by the same letter showed no significantly difference at the level of 5%.

Tabel 3. Rata-rata total bakteri dalam yoghurt probiotik hasil rehidrasi (log CFU/mL)

Table 3. Average of total bacteria in probiotic yoghurt from rehydration (log CFU/mL)

Suhu/Temperature (°C)	Waktu Penyimpanan (minggu) /storage time (weeks)				
	0	2	4	6	8
-20	12,90 ^a	12,31 ^b	12,22 ^{bc}	12,18 ^b	11,52 ^c
5	12,90 ^a	12,25 ^{bc}	12,15 ^{bc}	12,00 ^b	11,50 ^c
27	12,90 ^a	12,08 ^{cd}	11,99 ^{cd}	11,81 ^{cd}	10,11 ^f

Keterangan/remarks : Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada selang kepercayaan 5%/
The value followed by the same letter showed no significantly difference at the level of 5%.

Mutu Starter Kering Yoghurt Probiotik Di berbagai Suhu Selama Penyimpanan
(Miskiyah, Juniawati, dan Lisha Yuanita)

Setelah dilakukan rehidrasi terjadi peningkatan viabilitas bakteri, hal tersebut disebabkan bakteri mendapatkan nutrisi dari susu untuk kembali melakukan metabolisme¹⁹. Pertumbuhan BAL dapat didukung dengan adanya nutrisi yang lengkap²⁰. Salah satu nutrisi yang terkandung dalam susu adalah laktosa, sehingga semakin tinggi kandungan laktosa pada produk fermentasi, maka pertumbuhan BAL semakin cepat²¹.

Mutu Kimia Starter Kering selama Penyimpanan
Kadar Air

Nilai kadar air starter kering berhubungan dengan umur simpan starter, hal tersebut disebabkan kadar air dapat memengaruhi sifat fisik, perubahan kimia, mikrobiologi, dan enzimatis bahan²². Rata-rata kadar air starter kering selama penyimpanan disajikan pada Tabel 4.

Suhu penyimpanan starter kering berpengaruh nyata terhadap kadar air starter yang dihasilkan, dimana pada Tabel 4. menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, maka kadar air starter kering cenderung meningkat, demikian juga dengan semakin lama waktu penyimpanan. Terlihat bahwa kadar air starter kering yang disimpan pada suhu -20 dan 5°C berbeda nyata dengan penyimpanan pada suhu 27°C. Hasil analisis juga menunjukkan adanya interaksi antara suhu dan waktu penyimpanan starter kering dan berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air starter yang dihasilkan.

Starter kering merupakan salah satu bahan yang bersifat higroskopis. Meningkatnya kadar air pada bahan disebabkan oleh terjadinya absorpsi atau penyerapan uap air yang terdapat pada lingkungan ke dalam bahan. Semakin lama waktu penyimpanan, maka kadar air bahan semakin tinggi, hal tersebut diakibatkan terjadinya absorpsi uap air dari lingkungan ke dalam bahan. Perbedaan kadar air masing-masing starter kering setelah penyimpanan berpengaruh terhadap viabilitas BAL starter kering²³.

Meningkatnya suhu sebanding dengan meningkatnya kadar air pada bahan. Suhu penyimpanan yang tinggi menyebabkan terjadinya transmisi air dari lingkungan. Nilai kadar air sekitar 4% dan a_w sekitar 0,2 merupakan zona nilai dimana pertumbuhan mikroorganisme dapat terhambat¹³.

Nilai pH Yoghurt

Rata-rata nilai pH yoghurt hasil rehidrasi starter kering selama penyimpanan pada suhu yang berbeda disajikan pada Tabel 5. Suhu penyimpanan starter kering berpengaruh nyata terhadap nilai pH yoghurt yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu penyimpanan starter kering, nilai pH yoghurt cenderung meningkat, demikian juga dengan semakin lama waktu penyimpanan.

Nilai pH yoghurt berhubungan dengan viabilitas BAL. Semakin tinggi viabilitas BAL, maka nilai pH yoghurt yang dihasilkan semakin rendah, dan tingkat

Tabel 4. Rata-rata kadar air starter kering yoghurt probiotik selama penyimpanan (%)
Table 4. Average of water content of probiotic starter dry starter during storage (%)

Suhu/Temperature (°C)	Waktu Penyimpanan (minggu) /storage time (weeks)				
	0	2	4	6	8
-20	4,36 ^a	4,38 ^{ab}	4,40 ^{ab}	4,55 ^{abc}	4,71 ^{bc}
5	4,36 ^a	4,49 ^{abc}	4,50 ^{abc}	4,61 ^{abc}	4,75 ^c
27	4,36 ^a	4,60 ^{abc}	5,18 ^d	5,19 ^d	5,43 ^d

Keterangan/remarks : Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada selang kepercayaan 5%/
The value followed by the same letter showed no significantly difference at the level of 5%.

Tabel 5. Rata-rata nilai pH yoghurt probiotik hasil rehidrasi selama penyimpanan
Table 5. Average of pH value of probiotic yoghurt from rehydration during storage

Suhu/Temperature (°C)	Waktu Penyimpanan (minggu) /storage time (weeks)				
	0	2	4	6	8
-20	4,02 ^a	4,34 ^b	4,47 ^{bc}	4,51 ^{bcd}	4,66 ^{cde}
5	4,02 ^a	4,38 ^b	4,58 ^{bcd}	4,65 ^{cde}	4,68 ^{cdef}
27	4,02 ^a	4,75 ^{def}	4,87 ^{efg}	4,94 ^{fg}	5,03 ^g

Keterangan/remarks : Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada selang kepercayaan 5%/
The value followed by the same letter showed no significantly difference at the level of 5%.

keasaman semakin tinggi, serta kualitas yoghurt yang dihasilkan semakin baik. Selama proses fermentasi, BAL akan memfermentasi karbohidrat yaitu laktosa yang ada hingga terbentuk asam laktat¹⁹.

Nilai pH menunjukkan tingkat keasamaan yoghurt. Penurunan nilai pH disebabkan karena terjadi proses fermentasi susu, yaitu adanya pemecahan laktosa menjadi glukosa dan galaktosa untuk keperluan hidup bakteri asam laktat sampai terbentuk senyawa asam laktat sebagai hasil akhir²⁴. Asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan nilai pH sehingga menimbulkan rasa asam. Asam yang terbentuk dapat membantu menekan pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk dengan menghasilkan senyawa antimikroba²⁵.

Total Asam Tertitrasi Yoghurt Hasil Rehidrasi (TAT)

Pengukuran TAT secara umum dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman atau total asam pada suatu produk yang direpresentasikan oleh jumlah total ion hidrogen (H⁺) dalam bentuk terdisosiasi ataupun tidak²⁶. Kadar keasaman atau total asam laktat dalam produk dapat diukur dengan cara titrasi kadar asam laktat. Rata-rata nilai TAT dapat dilihat pada Tabel 6. Semakin tinggi suhu penyimpanan starter kering, nilai TAT yoghurt cenderung menurun, demikian juga dengan semakin lama waktu penyimpanan.

Hasil analisis menunjukkan adanya interaksi antara suhu dan waktu penyimpanan yang berpengaruh nyata terhadap nilai TAT yoghurt yang dihasilkan. Suhu dan waktu penyimpanan starter sangat berpengaruh terhadap tingkat penurunan viabilitas sel¹⁷. Hal tersebut memengaruhi nilai TAT yoghurt yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu dan lama waktu penyimpanan starter kering, maka nilai TAT pada yoghurt yang dihasilkan mengalami penurunan. Aktivitas BAL berhubungan dengan asam laktat yang dihasilkan dalam proses fermentasi, sehingga mampu menurunkan pH lingkungan dari kondisi netral menjadi asam²⁷.

Total Protein Yoghurt Hasil Rehidrasi

Protein dalam yoghurt yang merupakan hasil rehidrasi starter kering cukup tinggi, yaitu $\pm 7,5$ % b/b. Starter kering yang disimpan pada tiga suhu berbeda hingga waktu penyimpanan minggu ke-8 menghasilkan protein dalam yoghurt yang masih memenuhi standar, minimal 2,7% (SNI 2009)⁹. Rata-rata total protein yoghurt hasil rehidrasi starter kering selama penyimpanan pada suhu yang berbeda disajikan pada Tabel 7. Semakin tinggi suhu penyimpanan starter kering, nilai protein yoghurt cenderung menurun, demikian juga dengan semakin lama waktu penyimpanan. Suhu dan waktu penyimpanan starter kering berpengaruh nyata terhadap total protein yoghurt yang dihasilkan, namun tidak ada interaksi antara keduanya terhadap total protein.

Semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu penyimpanan starter kering, maka protein dalam yoghurt yang dihasilkan semakin menurun. Hal tersebut berkaitan dengan total BAL dan nilai pH dalam yoghurt. Penyimpanan starter pada suhu tinggi menyebabkan dehidrasi pada sel bakteri, sehingga fluiditas membran sitoplasma berubah dan terjadi oksidasi lipid dan memengaruhi viabilitas bakteri tersebut¹⁸.

Mutu Organoleptik

Penilaian terhadap mutu organoleptik yoghurt (uji hedonik) yang dilakukan meliputi parameter tekstur, aroma, rasa, konsistensi, dan warna. Pengujian mutu organoleptik dilakukan terhadap yoghurt yang berasal dari starter kering yang disimpan pada suhu -20, 5, dan 27°C dan waktu penyimpanan starter minggu ke-0 dan ke-8. Hasil uji organoleptik terlihat pada Tabel 8.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa secara umum parameter uji hedonik yoghurt dari starter kering yang disimpan pada waktu penyimpanan minggu ke-0 tidak berbeda nyata pada suhu penyimpanan yang berbeda. Semakin tinggi suhu dan lama waktu penyimpanan starter kering, tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur yoghurt cenderung semakin menurun.

Tabel 6. Rata-rata total asam tertitrasi yoghurt probiotik hasil rehidrasi selama penyimpanan (%)
Table 6. Average of total titratable acid of probiotic yoghurt from rehydration during storage(%)

Suhu/Temperature (°C)	Waktu Penyimpanan (minggu) /storage time (weeks)				
	0	2	4	6	8
-20	1,90 ^a	1,86 ^{ab}	1,72 ^{abc}	1,67 ^{abc}	1,56 ^{abcd}
5	1,90 ^a	1,71 ^{abc}	1,69 ^{abc}	1,52 ^{bcd}	1,49 ^{cd}
27	1,90 ^a	1,37 ^{cd}	1,29 ^d	1,22 ^d	1,21 ^d

Keterangan/remarks : Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada selang kepercayaan 5%/
The value followed by the same letter showed no significantly difference at the level of 5%.

Mutu Starter Kering Yoghurt Probiotik Di berbagai Suhu Selama Penyimpanan
(Miskiyah, Juniawati, dan Lisha Yuanita)

Penyimpanan pada suhu 20°C dan 5°C menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Suhu dan waktu penyimpanan mempengaruhi secara nyata tingkat kesukaan panelis terhadap parameter uji organoleptik.

Tekstur dari starter pada suhu -20°C lebih kental. Viabilitas BAL yang tinggi membuat proses fermentasi berjalan dengan baik, nilai pH yang terbentuk bisa mencapai 4,6-4,7 (merupakan titik isoelektrik kasein) sehingga menyebabkan koagulasi susu, dan memengaruhi tekstur yoghurt¹. Dijelaskan pula bahwa mekanisme terjadinya koagulasi susu meliputi aktivitas kultur starter BAL memanfaatkan laktosa pada susu sebagai persediaan energi dan menghasilkan asam laktat (tingkat keasaman susu meningkat), tingkat keasaman yang meningkat ketika mencapai nilai pH 4,6-4,7 (titik isoelektrik kasein) mengakibatkan misel kasein susu tidak stabil, sehingga bergabung satu sama lain sehingga terjadi proses koagulasi.

Viabilitas BAL dalam yoghurt yang paling baik adalah yang berasal dari starter kering yang disimpan pada suhu rendah. Semakin tingginya viabilitas BAL dalam starter kering dan yoghurt yang dihasilkan, maka

kemampuan dalam fermentasi laktosa pun semakin baik, sehingga aroma yoghurt yang dihasilkan pun demikian. Pengujian aroma dianggap cukup penting karena dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk secara cepat²².

Aroma yoghurt yang dihasilkan merupakan hasil aktivitas fermentasi BAL, khususnya bakteri *L. bulgaricus* melalui produksi asam laktat dan asetaldehida. Pada proses pembentukan asam laktat, laktosa dalam susu dihidrolisis oleh starter menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim beta-D-galaktosidase dan beta-D-fosfogalaktosidase yang dihasilkan oleh *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*. Pada proses metabolisme, glukosa diubah menjadi asam laktat melalui jalur glikolisis, sedangkan galaktosa diakumulasi¹. Rasa asam yang dihasilkan merupakan hasil fermentasi gula menjadi asam-asam organik oleh BAL, sehingga rasa asam tersebut tergantung dari total BAL yang terdapat dalam yoghurt¹⁹. Selama proses fermentasi, BAL menghasilkan rasa khas yang ditimbulkan akibat terbentuknya asam-asam organik²⁸. Semakin tingginya suhu dan lamanya waktu penyimpanan starter kering,

Tabel 7. Rata-rata total protein yoghurt probiotik hasil rehidrasi selama penyimpanan (%)
Table 7. Average of total protein of probiotic yoghurt from rehydration during storage(%)

Suhu/Temperature (°C)	Waktu Penyimpanan (minggu) /storage time (weeks)				
	0	2	4	6	8
-20	7,50	7,47	6,52	6,48	5,68
5	7,50	7,08	6,24	5,86	5,55
27	7,50	6,88	5,99	5,29	4,74

Tabel 8. Rata-rata nilai uji tingkat kesukaan (hedonik) yoghurt probiotik
Table 8. Average hedonic test value of probiotik yoghurt

Parameter/parameter	Suhu penyimpanan / Storage temperature(°C)	Waktu Penyimpanan (minggu)/ storage time (week)	
		0	8
Tekstur /texture	-20	3,93 ^a	3,75 ^a
	5	3,93 ^a	3,23 ^b
	27	3,93 ^a	3,13 ^b
Aroma /aroma	-20	4,05 ^a	3,45 ^b
	5	4,05 ^a	2,98 ^c
	27	4,05 ^a	2,95 ^c
Rasa /taste	-20	4,45 ^a	3,90 ^b
	5	4,45 ^a	3,50 ^{bc}
	27	4,45 ^a	3,20 ^c
Konsistensi /consistency	-20	3,60 ^a	3,25 ^{ab}
	5	3,60 ^a	3,18 ^b
	27	3,60 ^a	2,48 ^c
Warna /color	-20	3,73 ^a	3,40 ^{ab}
	5	3,73 ^a	3,30 ^{ab}
	27	3,73 ^a	2,95 ^b

Keterangan/remarks : Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada selang kepercayaan 5%/
The value followed by the same letter showed no significantly difference at the level of 5%.

maka semakin menurun pula kualitas rasa yoghurt yang dihasilkan. Yoghurt yang dihasilkan semakin tidak asam. Hal tersebut berkaitan dengan viabilitas BAL dalam yoghurt. Semakin tinggi viabilitas BAL, maka semakin baik pula kemampuannya dalam melakukan fermentasi, sehingga memengaruhi nilai pH yang dihasilkan. Semakin tinggi aktivitas mikroorganisme, maka semakin besar asam yang dihasilkan²⁹. Rasa asam pada yoghurt disebabkan oleh terjadinya penurunan nilai pH akibat proses fermentasi asam laktat. Penurunan nilai pH tersebut mengubah cita rasa susu menjadi lebih asam³⁰.

Konsistensi yoghurt diakibatkan oleh adanya koagulasi kasein susu dan berhubungan dengan nilai pH dalam yoghurt. Semakin tinggi tingkat keasaman atau nilai pH yoghurt, maka proses koagulasi menjadi semakin baik. Koagulasi yang baik mengakibatkan yoghurt memiliki tekstur yang kental, sehingga konsistensi yang dihasilkan semakin homogen¹. Sedangkan warna putih pada air susu disebabkan oleh warna kasein. Warna kasein yang murni berwarna putih seperti salju. Di dalam susu, kasein merupakan dispersi koloid yang tidak tembus cahaya, sehingga mengakibatkan air susu berwarna putih²⁹.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan suhu dan waktu penyimpanan starter kering pada suhu *freezer* (-20°C) lebih baik dibandingkan penyimpanan pada suhu *refrigerator* (5°C) maupun pada suhu ruang (27°C). Pada penyimpanan suhu *freezer* selama 8 minggu menunjukkan viabilitas sel starter kering 6,24 log CFU/g, dengan jumlah total BAL pada yoghurt probiotik hasil rehidrasi 11,52 log CFU/mL, Kadar air 4,71%, pH 4,66, Total asam tertitiasi (TAT) 1,56 dan kadar protein 5,68%. Penyimpanan starter di *freezer* menghasilkan yoghurt probiotik yang secara organoleptik (tekstur, aroma, rasa, konsistensi dan warna) lebih disukai dibandingkan dengan disimpan dalam *refrigerator* dan suhu ruang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tamime AY, Robinson RK. Yoghurt science and technology [3rd ed]. LLC, NW, USA: Woodhead Publishing Ltd, CRC Press; 2007.
2. Huang S, Yang Y, Fu N, Qin Q, Zhang L, Chen XD. Calcium aggregated milk : a potential new option for improving the viability of lactic acid bacteria under heat stress. Food Bioprocess Technology. 2014; 7 : 3147-3155.
3. Harmayani E, Ngatirah, Rahayu ES, Utami T. Ketahanan dan viabilitas probiotik bakteri asam laktat selama proses pembuatan kultur kering dengan metode freeze dan spray drying. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 2001; 12 (2) : 126-132.
4. Nan F, Chen XD. Towards a maximal cell survival in convective thermal drying processes. Food Research International. 2011; 44 : 1127-1149.
5. Kumar P, Mishra HN. Yoghurt powder- a review of process technology, storage and utilization. food and bioproduct processing. 2004; 82 (C2):133-142.
6. Afzal A, Mahmood MS, Hussain I, Akhtar M. Adulteration and microbiological quality of milk. Pakistan Journal of Nutrition. 2011; 10 (12) : 1195-1202.
7. Tassew A, Seifu E. Microbial quality of raw cows milk collected from farmers and dairy cooperatives in bahir dar zuria and mecha district, ethiopia. Agricultural Biological Journal Am. 2011; 2: 29-33.
8. Mallesha, Shylaja R, Selvakumar D, Jagannath JH. isolation and identification of lactic acid bacteria from raw and fermented product and their antibacterial activity. Rec. Res. Sci. Technolog. 2010; 2(6) : 42-46.
9. Usmiati S, Yuliani S, Sukasih E. Karakteristik dadih susu sapi yang dibuat menggunakan starter kering bakteri asam laktat. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian. 2010; 7(2) : 64-74.
10. Standar Nasional Indonesia. Standar Mutu Yoghurt (SNI : 2981). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 2009.
11. AOAC. Official Methods of The Association Analytical Chemistry, Inc. Washington D.C. 2006.
12. Setyaningtyas, AG. Formulasi produk pangan darurat berbasis tepung ubi jalar, tepung kacang hijau menggunakan teknologi intermediate moisture food (IMF) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor; 2008.
13. Bonazzi C, Dumoulin E. Quality changes in food materials as influenced by drying processes. in E. Tsotsas and A. Mujumdar (eds) modern drying technology. Germany: Winheim; 2011.
14. Food Standards Australia New Zealand. Standard 2.5.3 Fermented Milk Products. 2014.
15. Huang S, *et al.* Spray Drying of Probiotics and other Food Grade Bacteria: A review. Trends in Food Science and Technology. 2017; 63 : 1-17.
16. Fu N, Chen X. Towards a maximal cell survival in convective thermal drying processes. Food Research International. 2011; 55(5): 1127-1149.
17. Erdiandini, Ira TC, Sunarti A, Meryandini. Seleksi bakteri asam laktat dan pemanfaatannya sebagai starter kering menggunakan matriks tapioka asam. Jurnal Sumberdaya Hayati. 2015; 1 (1) : 26-33.
18. Corcoran BM, Stanton C, Fitzgerald G, Ross RP. Life under stress: the probiotic stress response and how it may be manipulated. Current Pharmaceutical Design. 2008; 14 (14) : 1382-1399.

Mutu Starter Kering Yoghurt Probiotik Di berbagai Suhu Selama Penyimpanan
(Miskiyah, Juniawati, dan Lisha Yuanita)

19. Hidayat IR, Kusrahayu, Mulyani S. Total bakteri asam laktat, nilai ph, dan sifat organoleptik drink yoghurt dari susu sapi yang diperkaya dengan ekstrak buah mangga. *Animal Agriculture Journal*. 2013; 2 (1) : 160-167.
20. Sheeladevi A, Ramanathan. Lactic acid production using lactic acid bacteria under optimized conditions. *Intern. J. Pharm. Bio. Arch*. 2011; 2 (6) : 1686-1691.
21. Afriani. Pengaruh penggunaan starter bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* terhadap total bakteri asam laktat, kadar asam, dan nilai pH dadih susu sapi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Peternakan*. 2009; 8 (6) : 279-285.
22. Mandasari RB, Amanto S, Ridwan A. Kajian karakteristik fisik, kimia, fisikokimia dan sensori tepung kentang hitam (*Coleus tuberosus*) termodifikasi menggunakan asam laktat. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2015; 4 (3) : 1-15
23. Santivarangkna C, Higl B, and Foerst P. Protection mechanisms of sugars during different stages of preparation process of dried lactic acid starter cultures. *Food Microbiology Journal*. 2008; 25 : 429-441.
24. Chusniati S dan Effendi MH. Peningkatan cita rasa dan tekstur susu dari yoghurt susu kambing dengan penambahan konsentrasi inokulan. *Jurnal Veterinaria Medika*. 2008; 1:29-34.
25. Effendi S, Hartini, Lusiastuti AM. Peningkatan kualitas yoghurt dari susu kambing dengan penambahan bubuk susu skim dan pengaturan suhu pemeraman. *Jurnal Penelitian Med. Eksakta*. 2009; 8 (3) : 185-192.
26. Taufik E. Dadih susu sapi hasil fermentasi berbagai starter bakteri probiotik yang disimpan pada suhu rendah: karakteristik kimiawi. *Jurnal Media Peternakan*. 2004; 27(3) : 88-100.
27. Mortazavian AM, Ehsani RM, Mousavi M, Rezaei K, Sohrabvandi S, Reinheimer J. Effect of refrigerated storage temperature on the viability of probiotic micro-organisms in yoghurt. *Intern. J. of Dairy. Technol*. 2007; 60(2):123-127.
28. Yunus M, Wahyuni S, Hermanto. 2017. Uji organoleptik produk yoghurt dengan starter bakteri asam laktat hasil fermentasi ubi kayu pada proses pembuatan wikau maombo. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 2017; 2(3) : 554-561.
29. Nurhayati G, Putri Ariyanti D. Karakterisasi tepung beras fermentasi secara spontan dan terkendali oleh *Lactobacillus casei*. *Jurnal Agroteknologi*. 2014; 8 (02) : 101-111.
30. Setianto, Yulian C, Pramono YB, Mulyani S. 2014. Nilai p H, viskositas, dan tekstur yoghurt drink dengan penambahan ekstrak salak pondoh. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2014; 3 (3) : 110-113.