

FORMULASI MINUMAN SINBIOTIK DARI SUSU DAN UBI JALAR MENGGUNAKAN *Lactobacillus casei*

Synbiotic drink formulation from milk and sweet potato using *Lactobacillus casei*

Luluk Arum Mawar, Nur Aini*, Gunawan Wijonarko

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*Email: nur.aini@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Sari ubi jalar yang mengandung senyawa antioksidan dan ditambahkan kultur bakteri probiotik menghasilkan produk pangan fungsional untuk menjaga kesehatan. Penelitian ini bertujuan, yaitu: 1) Mengetahui komposisi optimum formula minuman sinbiotik yang dihasilkan; 2) Mengetahui pengaruh substitusi rasio susu skim dan sari ubi jalar (1:3, 1:1 dan 3:1) dan penambahan konsentrasi (2%, 3% dan 4%) terhadap sifat fisik, mikrobiologi, kimia dan sensori minuman sinbiotik yang dihasilkan sehingga menghasilkan produk minuman sinbiotik terpilih. Metode yang digunakan yaitu *Response Surface Methodology* (RSM) pada perangkat lunak *Design Expert v.9.06*. Minuman sinbiotik dengan formula terbaik yaitu persentase *Lactobacillus casei* 2% dan perbandingan sari ubi jalar : susu skim (3:1) Memiliki hasil nilai pH 5,6, total padatan terlarut 26° Brix, total probiotik $1,56 \times 10^9$ CFU, ketahanan terhadap pH rendah 337,4 %. Viabilitas minuman sinbiotik dengan formula terbaik menunjukkan penurunan dari $1,56 \times 10^9$ CFU menjadi $6,32 \times 10^8$ CFU pada minggu ke tiga. Jumlah total BAL pada penelitian ini sudah memenuhi syarat sebagai minuman fungsional pada SNI yogurt yaitu SNI (2981:2009) sebesar 1×10^7 CFU dan masih dapat dikonsumsi. Karakteristik sensoris berwarna coklat, viskositas sedikit kental, rasa enak dan tingkat kesukaan (*overall*) disukai.

Kata kunci : Formulasi, *Lactobacillus casei*, minuman sinbiotik, ubi jalar

ABSTRACT

*Sweet potato juice contains antioxidant compounds and is added probiotic bacterial cultures produce a reliable functional food product with increasing interest of consumers towards functional foods to maintain health. This study has objectives: 1) Determine the optimum composition formula sinbiotik beverage produced; 2) Determine the effect of the substitution ratio of skim milk and juice of sweet potato (1: 3, 1: 1 and 3: 1) and the addition of a concentration (2%, 3% and 4%) to total dissolved solids, pH, total probiotic, endurance against low pH and sensory of sinbiotik drink generated so can be produced the selected sinbiotik drink . The experimental design in this study using a CCD (Central Composite Design) using Response Surface Methodology (RSM). The final stage is testing three optimal formulas with zero-one matrix analysis. Sinbiotik drinks with the best formula is the percentage of *Lactobacillus casei* 2 % and the ratio of sweet potato juice: skim milk (3 : 1) Have the results of the pH value of 5,6, total dissolved solids 26° Brix, a total of probiotic $1,56 \times 10^9$ CFU, resistance to low pH 337,4%. Viability sinbiotik drinks with the best formula showed a decrease from $1,56 \times 10^9$ CFU to $6,32 \times 10^8$ CFU at the third week. The total number of LAB in this study had already qualified as functional drinks on SNI yogurt is SNI (2981: 2009) of 1×10^7 CFU and can still be consumed. Sensory characteristics that is brown, slightly thick viscosity, taste and preference level (*overall*) that preferred.*

Keywords: Formulation, *Lactobacillus casei*, sinbiotik drink, sweet potato

PENDAHULUAN

Pengembangan pangan fungsional dapat dilakukan menggunakan mikroorganisme dalam makanan seperti probiotik, yaitu bakteri hidup salah satunya *Lactobacillus casei* yang bila dikonsumsi akan menimbulkan efek positif bagi tubuh dalam menjaga keseimbangan bakteri dalam saluran pencernaan. Adapun jenis pangan fungsional probiotik yang telah dikembangkan adalah susu dan olahan fermentasinya. Disamping pangan probiotik, pendiversifikasian produk susu fermentasi, dapat melalui pengembangan produk pangan fungsional dengan mengintegrasikan antara probiotik dan prebiotik atau pangan sumber prebiotik menjadi produk sinbiotik (Tripathi dan Giri, 2014).

Ubi jalar dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan minuman sinbiotik menggunakan starter *Lactobacillus casei* yang mempunyai efek menyehatkan bagi tubuh. *L. casei* dapat memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan, meningkatkan respon kekebalan tubuh dan menghambat enzim yang berbahaya. *Lactobacillus sp.* adalah spesies yang paling umum dari asam laktat bakteri digunakan sebagai probiotik untuk produk susu fermentasi (Aryana dan McGrew, 2007).

Penelitian bertujuan untuk (1) Mengetahui komposisi optimum formula minuman sinbiotik yang dihasilkan, dan (2) Mengetahui pengaruh substitusi rasio susu skim dan sari ubi jalar (1:3, 1:1 dan 3:1) dan penambahan konsentrasi *Lactobacillus casei* (2%, 3% dan 4%) terhadap sifat fisik, kimia, mikrobiologi dan sensori minuman sinbiotik yang dihasilkan sehingga menghasilkan produk minuman terpilih.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Jenderal Soedirman pada Oktober 2016 hingga Februari 2017. Bahan yang digunakan terdiri: susu skim,

ubi jalar ungu dari pasar lokal Banyumas, akuades, glukosa, dan *Lactobacillus casei* dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman .

Pembuatan minuman sinbiotik dilakukan dengan metode Dewi dan Ayu (2014) yang dimodifikasi sebagai berikut: ubi jalar yang telah dikupas dan dibersihkan dipotong dengan ukuran 1x1x2 cm. Berikutnya dilakukan penghancuran dengan ditambah air sejumlah 2 kali berat ubi jalar. Slurry kemudian disaring menggunakan kain saring dan tahap selanjutnya adalah proses pengendapan. Endapan dipisahkan dari filtratnya dan filtrat kemudian dipasteurisasi pada 80°C selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan penambahan susu skim dan glukosa sejumlah 4 % dan dilakukan pendinginan. Setelah suhu filtrat mencapai 40°C dilakukan inokulasi kultur *Lactobacillus casei*. Tahap berikutnya adalah inkubasi pada 37°C selama 7 jam sehingga terbentuk produk minuman sinbiotik ubi jalar.

Analisa produk meliputi total probiotik (Zavaglia *et al.*, 1998) ketahanan terhadap pH rendah (Cotter dan Hill, 2003), total padatan terlarut, pH (menggunakan pH meter) dan pengujian organoleptik menggunakan metode skoring (Meilgaard *et al.*, 2007).

Rancangan percobaan menggunakan CCD (*Central Composit Design*). Faktor uji dengan kombinasi batas bawah, nilai tengah dan batas atas dengan 20 seri formula yang ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Data yang diperoleh dianalisis dengan *Software Design Expert* vol 9.0.6 menggunakan metode respon permukaan atau *Response Surface Methodology* (RSM). Tahapan optimasi dilakukan untuk mendapatkan suatu formula dengan respon paling optimal yang disesuaikan dengan karakteristik produk yang diinginkan. Tabel 2 menunjukkan komponen-komponen respon yang dioptimasi dan tingkat kepentingan respon.

Tabel 1. Rancangan percobaan dengan sistem pengkodean pada 3 faktor.

Std	Run	Factor 1: <i>Lactobacillus casei</i> %	Factor 2: persentase sari ubi jalar %	Factor 3 : susu skim %
4	1	4	75	25
6	2	4	25	75
7	3	2	75	75
11	4	3	7,95	50
17	5	3	50	50
8	6	4	75	75
16	7	3	50	50
1	8	2	25	25
19	9	3	50	50
20	10	3	50	50
9	11	1,32	50	50
14	12	3	50	92,04
13	13	3	50	7,95
3	14	2	75	25
10	15	4,68	50	50
12	16	3	92.04	50
5	17	2	25	75
15	18	3	50	50
2	19	4	25	25
18	20	3	50	50

Keterangan: Std= *Standard Order*

Tabel 2. Komponen respons yang dioptimasi, target, batas dan kepentingan untuk tahap optimasi formula

Respon	Target	Batas		Kepentingan
		Bawah	Atas	
<i>Lactobacillus casei</i>	Kisaran	2	4	-
Sari ubi jalar : susu skim	Kisaran	1:3	3:1	-
pH	Kisaran	5	6,4	-
Total padatan terlarut (°Brix)	Kisaran	10	130	-
Total prebiotik ($\times 10^5$ CFU)	Maksimum	4	2864	5
ketahanan terhadap pH rendah (%)	Maksimum	7,59	7 ² 13,43	3

Setelah dilakukan pengoptimalan formula untuk tiap respon dihasilkan 3 formula optimal dengan nilai keinginan tertinggi. Tahap terakhir adalah menguji ketiga formula optimal dengan analisis matriks *zero-one*, sehingga didapatkan nilai tertinggi dari ketiga formula optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis keragaman (ANOVA) yang diperoleh dari RSM dapat dilihat pada Tabel 3. Terdapat 4 respon dengan dua model kuadratik dan dua model 2 FI. Dua respon signifikan dan 2 respon yang tidak signifikan.

Tabel 3. Hasil analisis keragaman masing masing respon

No	Respons	Model	R-squared
1	pH	2FI (tidak signifikan)	0,0674
2	Total padatan terlarut	kuadratik (signifikan)	0,0087
3	Total probiotik	kuadratik (tidak signifikan)	0,1796
4	Ketahanan terhadap pH rendah	2FI (signifikan)	0,0158

Total Padatan Terlarut

Respons kadar total padatan terlarut memiliki model kuadratik yang signifikan dengan nilai *R-squared* sebesar 0,0087. *R-squared* menunjukkan bahwa 0,87% dari data yang diperoleh dapat dijelaskan oleh model yang digunakan. Persamaan polinomial untuk total padatan terlarut adalah:

$$\text{Total padatan terlarut} = 45,00 + 2,71(A) + 0,31(B) + 0,62(A)(B) - 0,61(A^2) - 0,16(B^2)$$

Keterangan : A = Persentase *Lactobacillus casei*
B = Perbandingan sari ubi jalar

Berdasarkan persamaan polinomial terlihat bahwa persentase *Lactobacillus casei* dan persentase sari ubi jalar mempengaruhi total padatan terlarut. Total padatan terlarut paling rendah sebesar 10° Brix adalah perlakuan *Lactobacillus casei* 3% dan sari ubi jalar : susu skim (7,96:50), sedangkan yang tertinggi 130° Brix adalah perlakuan *Lactobacillus casei* 1,32% dan sari ubi jalar : susu skim (1:1). Penambahan persentase starter menyebabkan penurunan total padatan terlarut. Hal ini sejalan dengan Saccaro *et al.* (2009) bahwa bakteri asam laktat memanfaatkan substrat untuk proses metabolisme, sehingga total padatan terlarut menjadi rendah.

Peningkatan total padatan terlarut juga diakibatkan perbandingan antara susu skim : sari ubi jalar yang ditambahkan. Penambahan susu skim bubuk dan sari ubi jalar dapat meningkatkan kandungan protein. Susu skim merupakan sumber laktosa bagi kehidupan kultur bakteri asam laktat. Kandungan protein yang semakin meningkat akan menaikkan total padatan susu karena penggumpalan kasein yang terjadi semakin banyak. Penggumpalan kasein ini yang kemudian akan mempengaruhi kekentalan susu fermentasi dan meningkatkan

total padatannya (Isleten dan Karagul, 2006).

pH

Respon pH memiliki model 2FI. Hasil analisis keragaman anova menunjukkan bahwa model tersebut tidak signifikan dengan *R-squared* sebesar 0,0674. Persamaan polinomial untuk respons pH adalah :

$$\text{pH} = 6,42 + 6,250E-003(A) + 0,024(B) - 7,500E-003(A)(B) + 3,875E-003(A^2) - 0,021(B^2)$$

Keterangan : A = Persentase *Lactobacillus casei*
B = Perbandingan sari ubi jalar

Berdasarkan persamaan tersebut terlihat bahwa persentase *Lactobacillus casei* dan perbandingan sari ubi jalar : susu skim tidak mempengaruhi pH. pH minuman sinbiotik berkisar 5 hingga 6,3 dengan rata-rata sebesar 5,96. Menurut Frisnawati *et al.* (2014) semakin besar perbandingan sari ubi jalar ungu dengan susu skim dan persentase *Lactobacillus casei* maka nilai pH semakin rendah, Hal ini karena komponen gula dan molekul-molekul sederhana yang terekstrak semakin besar. Pembentukan asam laktat ini menyebabkan peningkatan keasaman dan penurunan nilai pH. Hal ini sesuai dengan Widyastuti dan Febrisiantosa (2014) bahwa bakteri asam laktat merombak laktosa menjadi asam laktat dalam susu fermentasi.

Simanjutak *et al.* (2013) serta Dewi dan Ayu (2014) mengatakan bahwa nilai pH yang rendah terjadi karena semakin banyak asam organik yang terbentuk selama inkubasi. Selain itu, glukosa mengalami perombakan menjadi asam organik. Nilai pH yang rendah juga dapat menggumpalkan protein kasein pada susu dan membentuk tekstur yang baik, selain itu dengan tingkat keasaman yang rendah sudah menghasilkan rasa khas minuman sinbiotik.

Nilai pH yang cukup rendah pada produk minuman sinbiotik memiliki kemungkinan yang sangat kecil timbulnya pertumbuhan bakteri patogen. Selain itu, minuman sinbiotik dengan nilai pH rendah dapat mempertahankan viabilitas dari bakteri probiotik.

Menurut SNI (01-2982-1992) pH yang sebaiknya dicapai oleh yogurt adalah sekitar 4,0-4,5. Pada penelitian ini nilai pH belum memenuhi standart SNI. Untuk mendapatkan nilai pH yang rendah maka lama inkubasi perlu ditambahkan. Menurut Bourdichon *et al.* (2012) semakin lama inkubasi pada pembuatan minuman probiotik, maka total asam akan semakin meningkat dan pH akan semakin rendah.

Total Probiotik

Respon total probiotik memiliki model kuadrat, yang tidak signifikan dengan *R-squared* sebesar 0,1796. Persamaan polinomial untuk respon total probiotik sebagai berikut:

$$\text{Total Probiotik} = 263,00 + 213,49 (A) - 10,90 (B) - 17,50 (A)(B) + 33,00 (A^2) - 1,00 (B^2)$$

Keterangan : A = Persentase *Lactobacillus casei*
B = Perbandingan sari ubi jalar

Berdasarkan persamaan polinomial tersebut terlihat bahwa persentase *Lactobacillus casei* dan perbandingan sari ubi jalar : susu skim tidak mempengaruhi total probiotik minuman sinbiotik. Total probiotik terendah sebesar 5,6 log CFU pada perlakuan persentase *Lactobacillus casei* 4% dan sari ubi jalar : susu skim (1:1) sedangkan tertinggi sebesar 8,45 log CFU pada perlakuan persentase *Lactobacillus casei* 2% dan perbandingan sari ubi jalar : susu skim (3:1). Data tersebut menunjukkan bahwa total probiotik semakin meningkat seiring meningkatnya perbandingan sari ubi jalar : susu skim dan penurunan persentase *Lactobacillus casei* pada minuman sinbiotik.

Menurut Sayuti dkk. (2013) semakin besar perbandingan sari ubi jalar : air dan semakin tinggi persentase *Lactobacillus casei* maka total asam minuman sinbiotik sari ubi jalar ungu

yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini terjadi karena adanya oligosakarida dan gula-gula sederhana yang terkandung dalam ubi jalar ungu.

Menurut Al dan Oladimeji (2008) dengan meningkatnya populasi asam laktat maka keasaman produk juga meningkat. Peningkatan jumlah bakteri asam laktat yang tumbuh maka jumlah substrat yang dibutuhkan semakin berkurang. Semakin lama hal ini menyebabkan bakteri asam laktat akan kekurangan nutrisi sehingga asam laktat akan mengalami fase kematian. Hal ini sesuai dengan Saccaro *et al.* (2009) *Lactobacillus rhamnosus* LBA and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BL-04 yang menyebutkan bahwa aktivitas bakteri menurun karena terhambat oleh keasaman yang dihasilkan. Selain dengan pertumbuhannya yang semakin cepat, maka akan semakin banyak gula reduksi yang akan dimanfaatkan baik untuk pertumbuhannya maupun untuk membentuk asam laktat, sehingga kadar gula reduksinya semakin menurun. Penurunan gula reduksi mengakibatkan substrat yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri juga berkurang sehingga substrat ini akan habis. Pada fase kematian, kecepatan kematian bakteri probiotik terus meningkat sedangkan kecepatan pembelahan sel nol. Meskipun demikian, penurunan total probiotik hidup ini tidak sampai nol. Dalam jumlah minuman tertentu probiotik akan tetap bertahan dalam medium tersebut.

Ketahanan Terhadap pH Rendah

Respon total probiotik memiliki model kuadrat yang signifikan dengan *R-squared* sebesar 0,0158. Persamaan polinomial untuk respon total probiotik adalah :

$$\text{Total probiotik} = 88,27 - 2,52 (A) - 0,065 (B) + 0,12 (A) (B) + 0,31 (A^2) - 0,11 (B^2)$$

Keterangan : A = Persentase *Lactobacillus casei*
B = Perbandingan sari ubi jalar : susu skim

Persentase *Lactobacillus casei* dan perbandingan sari ubi jalar : susu skim mempengaruhi ketahanan terhadap pH rendah. Persentase ketahanan probiotik tertinggi yaitu

72,13 % pada perlakuan persentase *Lactobacillus casei* 2% dan perbandingan sari ubi jalar : susu skim (1:3) sedangkan nilai terendah 7,59% pada perlakuan persentase *Lactobacillus casei* 4 % dan perbandingan sari ubi jalar : susu skim (1:1).

Bakteri asam laktat (BAL) yang toleran terhadap asam, membran selnya lebih tahan terhadap kebocoran akibat pH rendah (Donkor *et al.*, 2007). Toleransi probiotik terhadap asam yang cukup tinggi juga karena BAL mampu mempertahankan pH sitoplasma. Penurunan probiotik akibat pH rendah tidak mengalami penurunan jumlah siklus log. Hal ini disebabkan *Lactobacillus sp.* memiliki ketahanan yang baik pada pH yang rendah. Granato *et al.* (2010) menyatakan bahwa *Lactobacillus casei* dapat bertahan lebih lama dalam susu fermentasi yang menunjukkan ketahanan yang baik pada kondisi asam.

Probiotik merupakan jenis bakteri asam laktat yang dapat hidup pada kisaran pH yang luas. Pertahanan utama sel bakteri dari lingkungannya adalah membran seluler yang terdiri atas struktur lemak dua lapis. Sel bakteri apabila terpapar pada kondisi sangat asam maka membran sel dapat mengalami kerusakan dan berakibat pada hilangnya komponen-komponen intraseluler seperti magnesium, potassium, dan lemak dari dalam sel. Kerusakan ini dapat menyebabkan kematian pada sel. Kondisi ini dapat dideteksi dengan cara mengukur konsentrasi komponen intraseluler yang keluar dari dalam sel. Bakteri yang toleran terhadap asam, membran selnya lebih tahan terhadap kebocoran akibat pH rendah dibandingkan dengan yang tidak tahan asam (Granato *et al.*, 2010).

Menurut Yasni dan Maulidya (2014), pada BAL terjadi perubahan dinamis intraseluler seiring dengan penurunan pH ekstraseluler, sehingga tidak terjadi gradien proton yang besar. Gradien proton yang besar pada bal tidak menguntungkan, sebab translokasi proton menggunakan banyak energi. Gradien proton yang besar juga mengakibatkan akumulasi anion, asam organik dalam sitosol yang bersifat toksik bagi sel tersebut. Enzim turut berperan, enzim yang terikat pada membran sel yang dapat melakukan reaksi *reversible* bertindak sebagai pompa yang memindahkan ion. Enzim

tersebut mengkatalisir gerakan proton (H⁺) menyeberangi membran sel sebagai akibat dari hidrolisis atau sintesis ATP. Ketahanan isolat terhadap pH ekstraseluler yang rendah tergantung dari pengaturan pH internal bakteri.

Keragaman asam lemak dan protein pada membran sitoplasma diduga juga mempengaruhi keragaman ketahanan bakteri terhadap pH rendah (Mende *et al.*, 2016). Pada beberapa bakteri gram positif terjadi peningkatan sintesis asam amino fosfolipid yang bermuatan positif jika ditambahkan pada media yang ber-pH rendah. Perubahan ini diduga karena ionisasi asam amino pada pH rendah menyebabkan permukaan membran bermuatan positif, sehingga dapat bertindak sebagai barrier proton.

Tiap galur memiliki ketahanan terhadap asam atau pH rendah yang berbeda. *Lactobacillus sp.* lebih toleran terhadap asam dibanding *Lactococcus* dan *Streptococcus*. Yasni dan Maulidya (2014) menyatakan dalam pengujian ketahanan isolat klinis *Bifidobacteria* bila terpapar pada pH 3 selama 1 jam menunjukkan bahwa sebanyak 11 dari 25 isolat yang diujikan berhasil hidup dalam kondisi pH rendah dengan ketahanan lebih dari 1 %.

Verifikasi dan karakterisasi minuman sinbiotik formula optimal

Nilai keinginan dari formula optimal adalah 0,451; artinya formula tersebut akan menghasilkan produk yang memiliki karakteristik yang paling optimal dan sesuai dengan target sebesar 45,1 %. Nilai keinginan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kompleksitas komponen, kisaran yang digunakan dalam komponen, jumlah komponen dan respon, serta target yang ingin dicapai dalam memperoleh formula optimal.

Tiga formula optimal untuk pembuatan minuman sinbiotik yaitu formula optimal I yaitu presentase *Lactobacillus casei* 2% dan perbandingan susu skim : sari ubi jalar ungu (1:1) (b/v) ; formula optimal II yaitu presentase *Lactobacillus casei* 2% dan perbandingan susu skim : sari ubi jalar ungu (1:3) (b/v) ; formula optimal III yaitu presentase *Lactobacillus casei* 4% dan perbandingan susu skim : sari ubi jalar ungu (1:3) (b/v).

Setiap formula optimal tersebut mempunyai prediksi nilai (*Prediction Interval*) untuk masing-masing respon. Nilai PI disajikan dalam dua jenis yaitu 95% PI *low* dan 95% PI *high*, yang merupakan nilai respon terendah dan

tertinggi dimana memiliki nilai kepercayaan dari pengamatan individu sebesar 95%. Hasil perbandingan antara ketiga formula optimal dengan prediksi-prediksi nilai yang diperoleh dapat dilihat dalam Tabel 4, 5 dan 6.

Tabel 4. Perbandingan data aktual dengan nilai prediksi respon formula optimal I

Respon	Nilai aktual	PI 95%		Verifikasi
		Batas bawah	Batas atas	
pH	6,1	5,53	6,37	Sesuai
Total padatan terlarut (°Brix)	70	5,42	114,65	Sesuai
Total probiotik (log CFU)	8,83	5,75	9,30	Sesuai
Ketahanan terhadap pH rendah (%)	578,12	428,63	4787,09	Sesuai

Keterangan formula I = *Lactobacillus casei* 2%; perbandingan sari ubi jalar : Susu skim (1:1)

Tabel 5. Perbandingan data aktual dengan nilai prediksi respon formula optimal II

Respon	Nilai aktual	PI 95%		Verifikasi
		Batas bawah	Batas atas	
pH	5,6	4,83	5,67	Sesuai
Total padatan terlarut (°Brix)	26	9,17	100,06	Sesuai
Total probiotik (log CFU)	9,24	5,27	9,65	Sesuai
Ketahanan terhadap pH rendah (%)	337,4	234,37	672,962	Sesuai

Keterangan formula II = *Lactobacillus casei* 2%; perbandingan sari ubi jalar : Susu skim (3:1)

Tabel 6. Perbandingan data aktual dengan nilai prediksi respon formula optimal III

Respon	Nilai aktual	PI 95%		Verifikasi
		Batas bawah	Batas atas	
pH	5,5	5,27	6,11	Sesuai
Total padatan terlarut (°Brix)	26	-39,12	70,11	Sesuai
Total probiotik (log CFU)	9,24	6,10	9,58	Sesuai
Ketahanan terhadap pH rendah (%)	66,20	25,853%	648,79%	Sesuai

Keterangan formula III = *Lactobacillus casei* 4%; perbandingan sari ubi jalar : susu skim (3:1)

Karakter formula optimum

Total padatan terlarut pada ketiga formula optimal adalah 70°Brix, 26°Brix, 26° Brix. Total padatan minuman sinbiotik dipengaruhi oleh komposisi dari minuman sinbiotik yang meliputi kadar protein, kadar lemak dan karbohidrat, serta mineral (Horackova *et al.*, 2015). Total padatan terlarut minuman sinbiotik ini lebih tinggi dari beberapa penelitian sebelumnya. Menurut Siregar dkk. (2014) total padatan terlarut pada minuman probiotik dari ubi jalar ungu sebesar 11,125° Brix, sedangkan menurut Sayuti dkk. (2013) total padatan terlarut minuman probiotik sari ubi jalar ungu yaitu sebesar 7,688°Brix. Dewi dan Ayu (2014)

juga menambahkan hubungan penambahan susu skim dan sari ubi jalar minuman sinbiotik mempunyai total padatan terlarut sebesar 15,36 °Brix.

Nilai pH pada ketiga formula optimal adalah 6,1; 5,8; 5,5. Nilai pH dipengaruhi oleh komposisi dari minuman sinbiotik. Semakin tinggi konsentrasi starter maka nilai pH semakin rendah, maka molekul-molekul sederhana yang terekstrak semakin besar, sehingga energi yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme semakin banyak dan populasi asam laktat semakin meningkat (Frisnawati dkk., 2014)

Menurut SNI (01-2982-1992) pH yang

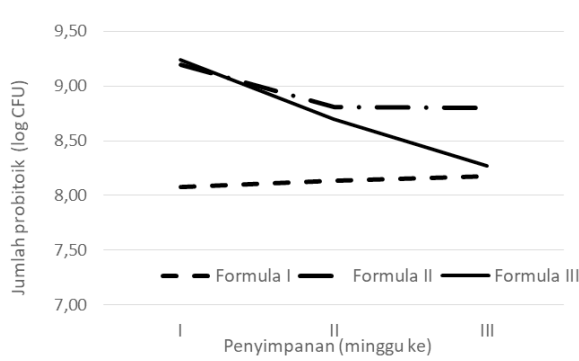
sebaiknya dicapai oleh yogurt adalah sekitar 4,0-4,5. Pada penelitian ini nilai pH belum memenuhi standart SNI, untuk mendapatkan nilai pH yang rendah maka lama inkubasi juga ditambahkan. Menurut Al dan Oladimeji (2008) semakin lama inkubasi pada pembuatan minuman probiotik, maka total asam akan semakin meningkat dan pH akan semakin rendah.

Total probiotik pada formula optimal adalah 8,83; 9,19; dan 9,24 log CFU, sedangkan ketahanan terhadap pH rendah adalah 57,8%; 33,74% dan 66,2%. Menurut selama proses fermentasi terjadi perombakan gula oleh bakteri asam laktat untuk metabolisme. Semakin rendah tingkat pengecerannya, maka nutrisi yang ada semakin besar sehingga perombakan gula yang dilakukan oleh bakteri asam laktat semakin banyak yang mengakibatkan pertumbuhannya semakin banyak pula. Jumlah total BAL pada penelitian ini mengacu pada SNI yogurt yaitu SNI (2981:2009) yaitu sebesar 7 log CFU.

Formula yang menunjukkan respon maksimum terhadap respon mikrobiologi adalah formula III yang menunjukkan nilai tingkat kepentingan total probiotik yang tinggi dengan nilai kepentingan 5 (+++++).

Viabilitas bakteri asam laktat

Pengamatan terhadap total bakteri asam laktat dari segi viabilitas dilakukan selama 3 minggu pada produk yang disimpan disuhu dingin dan pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali. Jumlah probiotik setiap minggu untuk ketiga formula optimal divisualisasikan dengan grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah probiotik selama 3 minggu pada formula I, II dan III

Total bakteri asam laktat pada minuman sinbiotik formula I sebanyak 8,08 log CFU, dan setelah disimpan sampai minggu ke-3 terjadi peningkatan jumlah probiotik hingga 8,18 log CFU. Peningkatan jumlah bakteri probiotik terjadi karena pada masa penyimpanan, bakteri masih melakukan perombakan substrat yang masih tersedia untuk metabolisme meskipun aktivitas bakteri tidak optimal. Menurut Aryana dan McGrew (2007) faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme salah satunya adalah suhu. pada penyimpanan suhu dingin, terdapat hambatan aktivitas mikroorganisme berupa temperatur yang rendah. Hal ini menyebabkan aktivitas bakteri tidak optimal dan pertumbuhannya menjadi lambat.

Total bakteri asam laktat pada minuman sinbiotik formula II sebanyak 9,19 log CFU, setelah disimpan sampai minggu ke-3 terjadi penurunan jumlah probiotik hingga 8,80 log CFU. Total probiotik pada minuman sinbiotik formula III adalah 9,24 log CFU. Setelah disimpan sampai minggu ke-3 terjadi penurunan jumlah probiotik hingga 8,27 log CFU. Penurunan jumlah probiotik hingga minggu ke-3 mencapai satu siklus log. Penurunan jumlah bakteri probiotik terjadi karena akumulasi asam laktat.

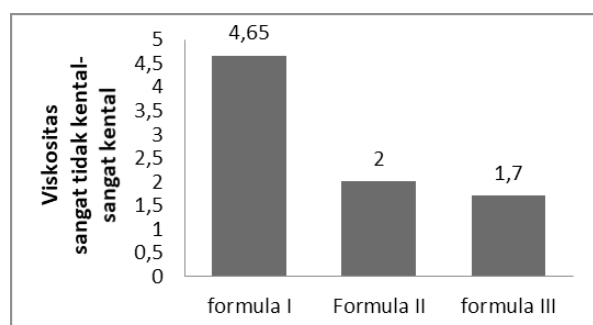
Jumlah total bakteri asam laktat pada minuman sinbiotik ini sudah memenuhi syarat sebagai minuman fungsional pada SNI yogurt yaitu SNI (2981:2009) sebesar 7 log CFU. Pada penyimpanan selama 3 minggu, formula II dipilih menjadi formula terbaik karena selama penyimpanan jumlah bakteri probiotik meningkat dan relatif stabil pertumbuhannya

Menurut Mani-López *et al.* (2014) selama penyimpanan terjadi akumulasi hasil-hasil metabolisme yang dapat membahayakan bagi viabilitas mikroba starter. Bakteri asam laktat mampu mengubah 95% glukosa substrat menjadi asam laktat. Selama dalam penyimpanan suhu dingin, metabolit seperti asam laktat merupakan senyawa yang dapat memberi efek negatif terhadap viabilitas kultur starter, karena asam-asam organik menghambat mikroba dengan cara masuk ke dalam sel dalam bentuk tidak terdisosiasi dan kemudian terdisosiasi di dalam sel.

Karakteristik Sensoris

Dilihat dari atribut warna, ketiga formula optimal memiliki skor sama sebesar 3,55 yang menunjukkan warna coklat. Warna coklat pada minuman sinbiotik ubi jalar ungu disebabkan oleh pigmen antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu. Warna yang dihasilkan antosianin adalah kemerah-merahan (Suda *et al.*, 2003). Warna coklat pada minuman sinbiotik hal ini diduga dengan semakin lamanya waktu pemanasan maka akan mengakibatkan pigmen antosianin mengalami dekomposisi dan nilai absorbansinya menurun. Suhu dan lama pemanasan menyebabkan terjadinya dekomposisi dan perubahan struktur pigmen sehingga terjadi pemucatan.

Formula optimal I (sari ubi jalar : susu skim 1:1) mempunyai skor viskositas paling tinggi dengan nilai 4,65 diikuti viskositas terendah dengan nilai 1,7 pada formula III (sari ubi jalar : susu skim 3:1) (Gambar 2). Semakin banyak komposisi gula dan sari ubi jalar maka viskositas akan meningkat begitu juga semakin lama inkubasi. Hal ini terjadi karena koagulasi protein selama fermentasi. Menurut Zannini *et al.* (2016), perubahan protein pada minuman probiotik akibat adanya fermentasi yang menghasilkan asam yang menyebabkan protein terkoagulasi sehingga terjadi penggumpalan. Keasaman yang tinggi dapat menyebabkan protein menggumpal dan menyebabkan kekentalan produk (Widyastuti dan Febrisiantosa, 2014).

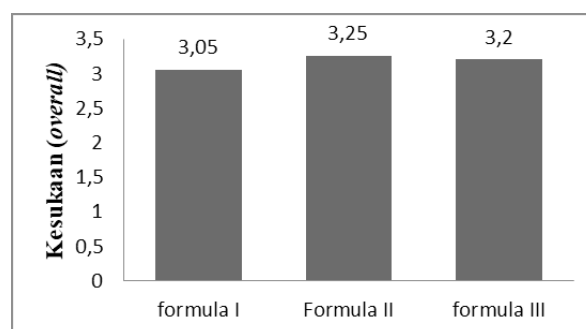


Gambar 2. Tingkat penilaian atribut viskositas formula optimal

Rasa merupakan atribut sensoris yang dapat mempengaruhi penerimaan terhadap produk. Faktor yang dapat mempengaruhi persepsi rasa yaitu faktor usia, kondisi fisik, asal

panelis, suku, kebiasaan konsumsi makanan, dan kesukaan makanan. Produk minuman sinbiotik yang paling disukai dari rasa khas ubi jalar ungu adalah formula optimal II (sari ubi jalar : susu skim 3:1 ; persentase *Lactobacillus casei* 2%) dengan skor 3,6. Hal tersebut diduga disebabkan karena panelis cenderung menyukai produk manis dan rasa susu yang kuat.

Tingkat penilaian panelis terhadap atribut kesukaan secara tersaji pada Gambar 3. Minuman sinbiotik sari ubi jalar ungu yang paling disukai adalah Formula II (sari ubi jalar : susu skim 3:1 ; persentase *Lactobacillus casei* 2 %) dengan skor 3,25.



Gambar 3. Tingkat penilaian atribut kesukaan formula optimal

Analisis zero-One

Metode analisis *zero-one* merupakan metode untuk memilih alternatif terbaik dari beberapa alternatif atas beberapa kriteria (Sutojo, 1993). Analisis *zero-one* digunakan pada penelitian ini untuk memilih salah satu formula optimal berdasarkan sifat fisik, kimia, dan mikrobiologis. Data hasil rekapitulasi analisis *zero-one* tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi analisis *zero-one*.

Nilai	Formula Optimal		
	I	II	III
Sifat Fisik	2	1	0
Sifat Kimia	0	1	1
Sifat Mikrobiologis	1	3	2
Sifat Sensoris	3	6	3

Formula optimal II mempunyai nilai total analisis 11, sedangkan formula I dan III masing-masing mempunyai nilai total 6 dan 6. Hasil analisis ini menunjukkan formula optimal II

merupakan formula terbaik.

KESIMPULAN

Komposisi optimum formula minuman sinbiotik yang dihasilkan adalah perlakuan persentase *Lactobacillus casei* 2% dan perbandingan sari ubi jalar ungu: susu skim 3:1. Karakteristik produk adalah pH 5,6, total padatan terlarut 26°Brix, total probiotik 9,19 log CFU, ketahanan terhadap pH rendah 337,4 %. Viabilitas minuman sinbiotik dengan formula terbaik menunjukkan penurunan dari 9,19 log CFU menjadi 8,80 log CFU pada minggu ke tiga. Jumlah total BAL pada penelitian ini sudah memenuhi syarat sebagai minuman fungsional pada SNI yogurt yaitu SNI (2981:2009) sebesar 7 log CFU dan masih dapat dikonsumsi. Karakteristik sensoris berwarna coklat, viskositas sedikit kental, rasa enak dan tingkat kesukaan (*overall*) disukai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada PT Indofood Sukses Makmur, Tbk dalam program Indofood Riset Nugraha Tahun 2016 yang telah memberi dana hibah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Al, K., and Oladimeji, G., 2008. Production and quality evaluation of Soy-corn milk. *Journal of Applied Biosciences* (1): 40–45.
- Aryana K. J., and McGrew, P., 2007. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. *LWT-Food Science and Technology* (40): 1808–1814.
- Bourdichon, F., Casaregola, S., Farrokh, C., Frisvad, J. C., Gerds, M. L., Hammes, W. P and Bech, E., 2012. Food fermentations : Microorganisms with technological beneficial use. *International Journal of Food Microbiology* (154): 87–97.
- Cotter, P. D., and Hill, C., 2003. Surviving the acid test: responses of gram-positive bacteria to low pH. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* (67): 429–453.
- Dewi, D., dan Ayu., L. N. P., 2014. Formulasi minuman sinbiotik dengan penambahan puree pisang ambon (*Musa paradisiaca* var *sapientum*) dan inulin menggunakan inokulum *Lactobacillus casei*. *Agritech* (34): 259–263.
- Donkor, O., Nilmini, S., Stolic, P., and Vasiljevic, T., 2007. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal* (17): 657–665.
- Frisnawati, W. S., Sentosa, G., dan Nora, L. L., 2014. Pengaruh perbandingan ubi jalar ungu dengan air dan konsentrasi starter terhadap mutu minuman probiotik sari ubi jalar ungu. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian* (2): 22–28.
- Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. de A. F., and Shah, N. P., 2010. Probiotic Dairy Products as Functional Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (9): 455–470.
- Horackova, S., Muhlhansova, A., Slukova, M., Schulzova, V., and Plockova, M., 2015. Fermentation of Soymilk by Yoghurt and Bifidobacteria Strains. *Czech Journal of Food Science* (33): 313–319.
- Isleten, M., and Karagul-Yuceer, Y., 2006. Effects of Dried Dairy Ingredients on Physical and Sensory Properties of Nonfat Yogurt. *Journal of Dairy Science* (89): 2865–2872.
- Mani-López, E., Palou, E., and López-Malo, A., 2014. Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science* (97): 2578–2590.
- Meilgaard, M. C., Vance Civille, G., and Thomas, C. B., 2007. *Sensory Evaluation Techniques*. Washington: CRC Press.
- Mende, S., Rohm, H., and Jaros, D., 2016. Influence of exopolysaccharides on the structure, texture, stability and sensory properties of yoghurt and related products. *International Dairy Journal* (52): 57–71.
- Saccaro, D. A. ., Tamime, A. Y., Pilleggi, O. P, S., and Oliveira, M. N., 2009. The viability of three probiotic organisms grown with yoghurt starter cultures during storage for 21 days at 4° C. *International Journal of Dairy Technology* (62): 397–404.
- Sayuti, I. ., Wulandari, D., dan Sari, S., 2013.

- Efektivitas penambahan ekstrak ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var. Ayamurasaki) dan susu skim terhadap kadar asam laktat dan pH yoghurt jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata) dengan menggunakan inokulum *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* sp. *Jurnal Biogenesis* (9): 21-27.
- Simanjutak, D. L., Sari, G. S., dan Terip., K., 2013. Pengaruh konsentrasi gula dan lama inkubasi terhadap mutu minuman probiotik sari ubi jalar ungu. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian* (1): 58-66.
- Suda, I., Oki, T., Masuda, M., Kobayashi, M., Nishiba, Y., and Furuta, S., 2003. Review: Physiological Functionality of Purple-fleshed Seet Potatoes Containing Anthocyanins and Their Utilization in Foods. *Japan Agricultural Research Quarterly* (37): 167-173.
- Sutojo, S., 1993. *Studi Kelayakan Proyek : Teori dan Praktek*. Jakarta: Pustaka Binaan Pressindo.
- Tripathi, M. K., and Giri, S. K., 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods* (9): 225-241.
- Widyastuti, Y., and Febrisiantosa, A., 2014. The Role of Lactic Acid Bacteria in Milk Fermentation. *Food and Nutrition Sciences* (5): 435-442.
- Yasni, S., and Maulidya, A., 2014. Development of Corn Milk Yoghurt Using Mixed Culture of *Lactobacillus delbruekii*, *Streptococcus salivarius*, and *Lactobacillus casei*. *Hayati Journal of Biosciences* (21): 1-7.
- Zannini, E., Waters, D. M., Coffey, A., and Arendt, E. K., 2016. Production, properties, and industrial food application of lactic acid bacteria-derived exopolysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology* (100): 1121-1135.
- Zavaglia, Andrea, G. K. G., Perez, P., and Antoni, G. D., 1998. Isolation and characterization of Bifidobacterium strains for probiotic formulation. *Journal of Food Protection* (61): 865-873.