



**PENGEMBANGAN SOYGURT LABU KUNING SEBAGAI TERAPI KOMPLEMENTER
DIABETES MELITUS**

Formulation of Soygurt Pumpkin as a Complementary Therapy of Diabetes Mellitus

Annisa Avelia^{1,4}, Didik Gunawan Tamtomo², Yulia Sari³

¹Pascasarjana Ilmu Gizi Universitas Sebelas Maret

²Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret

³Departemen Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret

⁴Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Malang

E-mail: annisa.avelia@poltekkes-malang.ac.id

Diterima: 06-12-2022

Direvisi: 18-01-2023

Disetujui terbit: 06-02-2023

ABSTRACT

Soygurt is lower in fat and has more active compounds than yogurt. Pectin acts as a prebiotic, increasing the number and activity of probiotic bacteria and preventing oxidative stress, one of the triggers for insulin resistance. Substitution of pumpkin in the formulation of soygurt to increase the organoleptic properties and lactic acid bacteria in the product to optimize its benefits as an anti-diabetes mellitus functional food. The research design was an experiment with a completely randomized design with one control formula and three treatment formulas with comparisons of soybeans and pumpkin as follows F0 100:0, F1 80:20, F2 70:30, and F3 60:40. Organoleptic tests with a scale of 1–6 from dislike to like. The best formula was continued for physicochemistry and proximate tests. The results of the organoleptic test showed that the best treatment was a 20 percent substitution of pumpkin (F1) with a preference scale of 4, which means that this formula was sensory acceptable to the panelists. The nutritional quality of F1 was 3.15 percent protein, 1.35 percent fat, 0.26 percent carbohydrates, 1.03 percent fiber, LAB 9.5×10^7 , and pH 4.13. Substitution of pumpkin in yogurt has the potential to control blood glucose levels because it is low in carbohydrates and fat. Further research is needed to analyze the content of anti-nutritional substances such as phytate, tannins, and trypsin inhibitors, which are generally found in soybeans, the raw material for this product.

Keywords: diabetes mellitus, pumpkin, soybean, soygurt

ABSTRAK

Soygurt lebih rendah lemak dan memiliki senyawa aktif daripada *yogurt* konvensional. Pektin berperan sebagai prebiotik yang dapat meningkatkan jumlah maupun aktivitas dari bakteri probiotik serta mampu mencegah terjadinya stres oksidatif yang merupakan salah satu faktor pencetus resistensi insulin. Substitusi labu kuning dalam pengembangan *soygurt* diharapkan mampu meningkatkan sifat organoleptik dan jumlah bakteri asam laktat pada produk sehingga dapat mengoptimalkan manfaatnya sebagai pangan fungsional anti diabetes mellitus. Desain penelitian adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap dengan satu formula kontrol dan tiga formula perlakuan dengan perbandingan kedelai dan labu kuning sebagai berikut F0 100:0, F1 80:20, F2 70:30 dan F3 60:40. Uji mutu organoleptik dilakukan skala 1–6 dari tidak suka sampai dengan sangat suka. Formula terbaik dilanjutkan untuk uji fisikokimia dan proksimat. Hasil uji organoleptik menunjukkan perlakuan terbaik adalah substitusi labu kuning sebanyak 20 persen (F1) dengan skala kesukaan 4 yang artinya formula ini secara sensori dapat diterima oleh panelis. Mutu gizi dari produk terpilih yaitu protein 3,15 persen, lemak 1,35 persen, karbohidrat 0,26 persen, serat 1,03 persen, kadar BAL $9,5 \times 10^7$ dan pH 4,13. Substitusi labu kuning pada *soygurt* berpotensi mengendalikan kadar glukosa darah karena rendah karbohidrat dan lemak serta mengandung BAL. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menganalisis kandungan zat anti gizi seperti fitat, tanin dan tripsin inhibitor yang umumnya terdapat pada kedelai yang menjadi bahan baku dari produk ini.

Kata kunci: diabetes mellitus, kedelai, labu kuning, *soygurt*

Doi: 10.36457/gizindo.v46i1.807

www.persagi.org/ejournal/index.php/Gizi_Indon

PENDAHULUAN

Diabetes melitus salah satu penyakit degeneratif yang cenderung menunjukkan peningkatan penderita tiap tahunnya. *Internasional Diabetes Federation* melitus tahun 2021 menunjukkan 536,6 juta penduduk dunia menderita diabetes melitus. Indonesia menduduki peringkat ke-5 sebagai pasien diabetes terbanyak di dunia.¹ Pasien diabetes melitus usia ≥ 15 tahun setiap tahun terus meningkat. Prevalensi pasien diabetes melitus di Indonesia berdasarkan RISKESDAS 2018 adalah 8,5 persen yang artinya ada peningkatan sebesar 1,5 persen dari tahun 2013.²

Terapi gizi medis merupakan salah satu dari empat pilar dalam tatalaksana diabetes melitus.³ Probiotik merupakan salah satu bentuk pangan fungsional yang memiliki manfaat dalam mengontrol kadar glukosa darah pada pasien dengan diabetes melitus. Salah satu nya dengan membuat lingkungan eubiosis pada saluran cerna, bakteri asam laktat dalam probiotik meningkatkan jumlah mikrobiota yang memproduksi *short chain fatty acid* yang berperan dalam homeostasis glukosa darah serta menurunkan jumlah bakteri patogen.

Kedelai mulai dikembangkan sebagai bahan baku dalam pembuatan minuman probiotik yang dikenal dengan *soygart*. *Soygart* memiliki kelebihan dari pada *yogurt* konvensional yaitu lebih rendah kolesterol serta terdapat senyawa aktif isoflavon. Isoflavon berperan dalam homeostasis glukosa dengan meningkatkan toleransi glukosa, menstimulasi sekresi *glukagon like peptide-1* (GLP-1) dan menghambat aktivitas dari enzim *dipeptidyl peptidase-4* (DPP-4). Secara *in vitro*, mekanisme kerja dari isoflavon adalah dengan masuknya kalsium melalui *voltage-dependent calcium channels* pada intestinal dengan mediasi sekresi GLP-1 serta aktivasi *phospholipase C* (PLC), protein kinase C (PKC) dan cadangan kalsium.⁴ Genistein merupakan salah satu isoflavon yang mampu meningkatkan sensitivitas insulin dengan mekanisme aktivasi enzim *Axadenosin 5' monophosphate-activated protein kinase* (AMPK) melalui peningkatan oksidasi asam lemak di otot rangka.⁵ Genistein juga berperan dalam metabolisme karbohidrat dengan interaksi bersama gut mikrobiota.⁶

Labu kuning memiliki kandungan polisakarida berupa pektin yang mampu

menurunkan kadar glukosa darah dan mengontrol kadar glikemik. Pektin dapat mencegah kerusakan akibat stress oksidatif maupun inflamasi pada sel pankreas melalui pengaturan fungsi galektin (Gal-3), Gal-3 berperan dalam apoptosis yang diinduksi oleh sitokin.^{7,8} Pektin akan berikatan dengan Gal-3 pada permukaan sel dan di matrik ekstra seluler.⁹ Pektin juga berperan sebagai prebiotik yang mampu meningkatkan jumlah maupun aktivitas bakteri probiotik.

Simbiotik adalah kombinasi dari probiotik dan prebiotik yang dapat meningkatkan jumlah dan aktivitas dari mikroba yang menguntungkan dalam saluran cerna. Kombinasi dari kedelai dan labu kuning dengan kandungan fruktooligosakarida, pektin, isoflavon dan serat dapat mengontrol homeostasis glukosa darah dengan meningkatkan kelimpahan maupun aktivitas bakteri probiotik. Bakteri probiotik akan menggunakan prebiotik sebagai sumber energi dan menghasilkan metabolit berupa *short chain fatty acid* yang berperan dalam homeostasis glukosa darah sehingga dapat digunakan bagi pasien diabetes melitus.^{10,11} Substitusi labu kuning dalam pengembangan formula *soygart* diharapkan mampu meningkatkan sifat organoleptik dan jumlah bakteri asam laktat pada produk sehingga dapat mengoptimalkan manfaatnya sebagai pangan fungsional anti diabetes melitus.

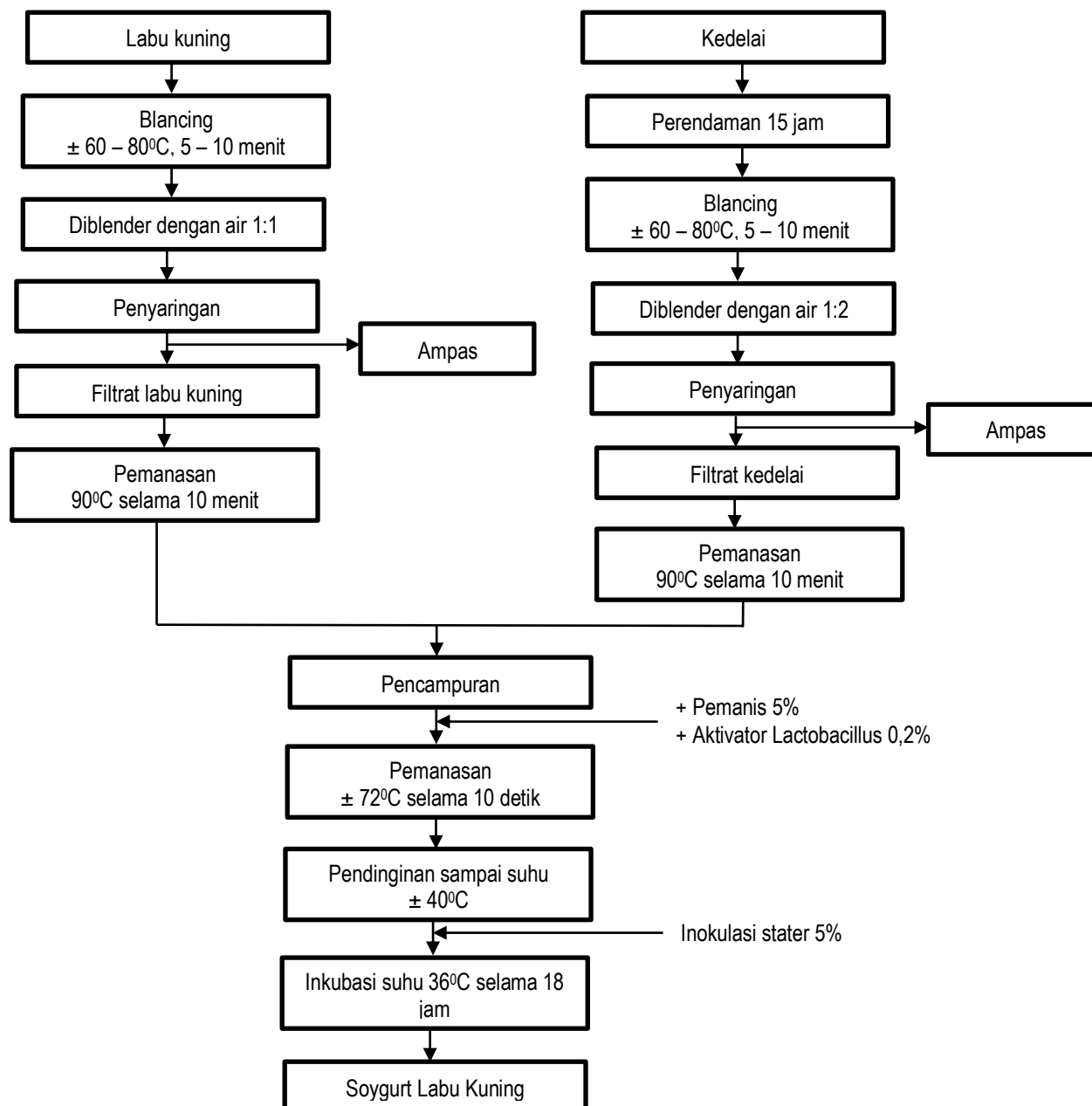
METODE PENELITIAN

Desain, waktu, tempat

Desain penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan sesuai dengan tabel 1. Formulasi berdasarkan kandungan pektin dalam labu kuning yang dapat berperan sebagai prebiotik sehingga dapat menjaga kelimpahan dari bakteri probiotik dengan mempertimbangkan kadar pati tidak lebih dari 15 gram/takaran saji.³ Kandungan pati labu kuning adalah 6,47 gram/100 gram labu kuning.¹² Tiap formula mengandung pati antara 0,88 – 1,78 gram. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Poltekkes Kemenkes Padang untuk pembuatan produk dan uji organoleptik, sedangkan uji proksimat dan jumlah bakteri asam laktat dilakukan di Laboratorium Balai Riset Industri Padang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2022.

Tabel 1
Rancangan Pembuatan Soygurt Labu Kuning

Formula	Sari Kedelai (%)	Labu Kuning (%)	Starter (%)	Pemanis (%)
P0	100	0	5	5
P1	80	20	5	5
P2	70	30	5	5
P3	60	40	5	5



Gambar 1
Alur Pembuatan Soygurt Labu Kuning
(Modifikasi dari Yuniritha *et al.*, 2019; Labiba *et al.*, 2020)

Pembuatan Soygurt Labu Kuning

Bahan baku yang digunakan dalam pengembangan formula ini adalah kedelai, labu kuning, starter dengan 20 kultur bakteri dari *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Bifidobacterium*, dan *Leuconostoc*, pemanis tanpa kalori, dan aktivator *Lactobacillus*. Prosedur pembuatan produk dimulai dengan membuat sari kedelai dan sari labu kuning yang kemudian dicampurkan dan dihomogenasi. Selanjutnya dilakukan inokulasi starter dan inkubasi selama 18 jam pada suhu 36°C sehingga dihasilkan soygurt labu kuning.^{13,14}

Uji Organoleptik

Pengujian sifat organoleptik bertujuan untuk mengetahui respon panelis terhadap sifat mutu organoleptik yaitu rasa, aroma, konsistensi dan warna menggunakan metode hedonik. Uji organoleptik dilakukan oleh 25 orang panelis semi terlatih dengan kriteria: mengetahui sifat-sifat sensori dari contoh yang akan dinilai, tidak merokok, tidak dalam keadaan lapar atau kenyang, serta tidak dalam keadaan sakit. Skala hedonik yang digunakan adalah 1–6 dari tidak suka sampai dengan sangat suka. Panelis disajikan sampel dari tiap produk dalam cup plastik dan diminta untuk memberikan penilaian menggunakan skala hedonik dan deskripsi dari karakteristik tiap produk pada formulir yang telah disediakan. Formula terbaik berdasarkan uji organoleptik dilanjutkan untuk uji mutu gizi dan fisikokimia.

Uji Mutu Gizi dan Fisikokimia

Uji mutu gizi dari soygurt labu kuning berupa kadar protein metode kjeldahl (AOAC, 2011), kadar lemak metode soxlet (AOAC, 2005), kadar, karbohidrat metode Luff Schoorl (AOAC, 2005), sedangkan mutu fisiko kimia yang diuji adalah pH dan jumlah bakteri asam laktat metode *total plate count*.

Analisis Data

Seluruh data yang diperoleh diolah menggunakan Microsoft Excel 2019 dan SPSS IBM versi 2.6. Analisis yang digunakan adalah ANOVA yang dilanjutkan dengan Duncan bila terdapat perbedaan nyata dari tiap perlakuan. Metode yang digunakan untuk menentukan formula terbaik yaitu dengan metode perbandingan eksponensial (MPE), yang dilakukan dengan cara pembobotan pada hasil analisis sifat organoleptik yang kemudian

ditentukan peringkatnya berdasarkan hasil scoring keempat formula.

HASIL

Mutu Organoleptik

Mutu organoleptik ditentukan menggunakan metode hedonik dengan parameter warna, aroma, rasa dan konsistensi oleh 25 orang panelis semi terlatih. Warna merupakan parameter pertama yang dapat mempengaruhi persepsi panelis terhadap produk. Hasil uji ANOVA untuk parameter warna menunjukkan $p > 0,05$ sehingga tidak ada pengaruh nyata terhadap substitusi labu kuning terhadap warna soygurt. Warna dari soygurt labu kuning yaitu jingga, semakin banyak penambahan labu kuning maka warna yang dihasilkan makin cerah.

Parameter aroma yang paling disukai adalah formula P0 dengan skala hedonik 3,68. Aroma produk adalah khas produk susu fermentasi. Berdasarkan uji ANOVA untuk parameter aroma menunjukkan $p > 0,05$ sehingga tidak ada pengaruh nyata terhadap substitusi labu kuning terhadap soygurt. Formula dengan tingkat kesukaan terhadap parameter rasa terbaik adalah P1 dengan skala 3,80. Rasa dari soygurt labu kuning adalah rasa asam khas yogurt dengan sedikit rasa manis khas labu kuning. Hasil ANOVA untuk parameter ini menunjukkan $p > 0,05$ sehingga tidak ada beda nyata terhadap substitusi labu kuning terhadap soygurt. Formula P0 dan P1 merupakan produk dengan tingkat kesukaan konsistensi terbaik dengan skala 4,32. Berdasarkan uji Anova tidak terdapat beda nyata terhadap substitusi labu kuning terhadap soygurt. Konsistensi keseluruhan produk seperti yogurt pada umumnya dipasaran.

Mutu Gizi dan Fisikokimia

Berdasarkan hasil uji organoleptik perlakuan terbaik dipilih dengan menggunakan metode MPE dengan hasil P1 dengan substitusi labu kuning sebanyak 20 persen dinyatakan sebagai perlakuan terbaik. Formula ini selanjutnya dilakukan uji mutu produk dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3. Soygurt labu kuning memiliki protein, lemak, karbohidrat, serat dan pH lebih rendah daripada soygurt. Terjadi penurunan jumlah bakteri asam laktat pada substitusi labu kuning pada soygurt. Berdasarkan Tabel 3 soygurt labu kuning telah memenuhi standar SNI-2891:2009 tentang yogurt

Tabel 2
Hasil Mutu Organoleptik

Parameter	Mean $\pm$ SD			
	P0	P1	P2	P3
Warna	4,52 $\pm$ 1,046 ^a	4,68 $\pm$ 0,802 ^a	4,36 $\pm$ 0,860 ^a	4,16 $\pm$ 0,149 ^a
Aroma	3,68 $\pm$ 1,249 ^a	3,64 $\pm$ 0,995 ^a	3,60 $\pm$ 0,957 ^a	3,40 $\pm$ 1,155 ^a
Rasa	3,68 $\pm$ 1,180 ^a	3,80 $\pm$ 1,354 ^a	3,64 $\pm$ 0,244 ^a	3,36 $\pm$ 1,150 ^a
Konsistensi	4,32 $\pm$ 1,069 ^a	4,32 $\pm$ 1,282 ^a	3,80 $\pm$ 0,238 ^a	3,84 $\pm$ 1,143 ^a

Keterangan: Notasi huruf serupa berarti tidak ada pengaruh nyata pada taraf uji ANOVA memiliki nilai 5%

Tabel 3
Hasil Mutu Gizi dan Fisikokimia

Parameter	SNI-2981:2009	<i>Soygurt</i>	<i>Soygurt</i> Labu Kuning
Protein (%)	Min 2,7	5,06	3,75
Lemak (%) [*]	0,6 – 2,9	2,21	1,35
Karbohidrat (%)	-	0,30	0,26
pH	-	4,20	4,13
BAL (koloni/ml)	Min 10 ⁷	10,3 x 10 ⁷	9,5 x 10 ⁷

Keterangan: ^{*}Kategori *yogurt* rendah

BAHASAN

Uji Organoleptik

Hasil penilaian mutu organoleptik oleh 25 panelis semi terlatih disajikan pada tabel 2. Secara keseluruhan P1 dengan substitusi 20% labu kuning merupakan perlakuan terbaik. Karakteristik dari keseluruhan formula *soygurt* labu kuning memiliki warna jingga khas labu kuning, aroma khas produk fermentasi, rasa dominan asam dengan sedikit rasa masih dari labu kuning dan konsistensi lebih cair dibandingkan dengan *soygurt*.

Warna merupakan parameter pertama yang dapat mempengaruhi persepsi panelis terhadap produk.¹⁵ Berdasarkan persepsi panelis semakin besar penamahan labu kuning maka warna yang dihasilkan makin tidak disukai karena menghasilkan warna cenderung mencolok yang dianggap menggunakan pewarna tambahan. Warna paling disukai adalah P1 dengan skala 4,68 dan yang paling tidak disukai adalah P3 dengan skala 4,16 (tabel 2). β karoten merupakan zat yang memberikan pigmen warna kuning dan orange pada labu kuning.¹⁶ β karoten bersifat sebagai antioksidan

dengan mencegah kerusakan sel maupun jaringan dengan menghambat produksi *tumor nekrosis factor- α* (TNF- α) sehingga menekan produksi *reactive oxygen species* (ROS) pada mitokondria.¹⁷ Tingginya kadar ROS dapat menyebabkan kerusakan pada sel pankreas yang menyebabkan hiperglikemia.

Citarasa dari produk pangan ditentukan oleh aroma dari produk tersebut sehingga mempengaruhi penilaian panelis. Aroma dari *soygurt* labu kuning adalah khas seperti susu fermentasi. Parameter aroma yang paling disukai adalah formula P0 dengan skala hedonik 3,68 (tabel 2). Aroma produk adalah khas produk susu fermentasi. Substitusi labu kuning pada produk *soygurt* tidak mempengaruhi aroma dari produk tersebut hal ini terlihat dari penilaian panelis untuk parameter aroma memiliki nilai rerata 3. Proses fermentasi menggunakan bakteri strain *Lactobacillus* dapat menghilangkan aroma langu (*beany flavor*) akibat aktivitas dari enzim lipoksigenase yang kurang disukai.^{18,19}

Rasa merupakan parameter paling penting untuk menentukan daya terima dari suatu produk pangan. Formula dengan tingkat

kesukaan terhadap parameter rasa terbaik adalah P1 dengan skala 3,80 (tabel 2). Rasa dari *soygurt* labu kuning adalah rasa asam khas yogurt dengan sedikit rasa manis khas labu kuning. Formula P1 lebih disukai oleh panelis karena memiliki rasa yang cenderung menyerupai yogurt komersial, semakin banyak penambahan labu kuning rasa labu kuning makin dominan dan kurang disukai oleh para panelis.

Hasil penilaian panelis terhadap konsistensi dari *soygurt* labu kuning dengan mengesampingkan perlakuan kontrol adalah formula P1 dengan skala 4,32 (tabel 2). Konsistensi produk sesuai dengan produk yogurt pada umumnya dipasaran. Proses fermentasi akan menghasilkan konsistensi kental akibat dari perubahan laktosa menjadi asam laktat. Produk dengan substitusi labu kuning memiliki konsistensi sedikit lebih kental daripada kontrol. Tingkat kekentalan berhubungan lurus dengan total padatan jadi semakin banyak labu kuning yang digunakan maka produk semakin kental. Kandungan pati pada labu kuning dapat mengikat air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengental produk.

Mutu Gizi dan Fisikokimia

Kadar Protein

Kadar protein dari produk ditentukan oleh bahan baku produk dan proses fermentasi. Proses fermentasi dapat mempengaruhi bioavailabilitas dari protein karena bakteri probiotik dapat mengurai protein menjadi asam amino²⁰. Kadar protein dari kontrol adalah 5,06% dan P1 3,75% (tabel 3), kedua produk sudah memenuhi SNI 2981:2009 tentang yogurt. Akan tetapi, terjadi penurunan jumlah protein pada P1 akibat dari substitusi labu kuning sebanyak 20%, dimana kadar protein dari labu jauh lebih rendah daripada kacang kedelai.

Kadar Lemak

Berdasarkan SNI 2981:2009 tentang yogurt formula kontrol maupun perlakuan terpilih telah memenuhi kategori yogurt rendah lemak. Kadar lemak dari formula perlakuan terbaik lebih rendah daripada perlakuan kontrol. *Soygurt* labu kuning memiliki kadar lemak lebih rendah dibandingkan *soygurt* akibat dari pengurangan jumlah kedelai sebagai bahan baku, serta

selama proses fermentasi lemak digunakan oleh bakteri asam laktat sebagai sumber energi. Proses fermentasi dapat meningkatkan aktivitas enzim lipolitik sehingga lemak mengalami hidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol.²¹ Selama proses fermentasi terjadi perubahan komposisi dari asam lemak, dimana kadar asam lemak jenuh (palmiat, stearik dan oleik) menurun dan kadar asam lemak tidak jenuh (linolenik dan α -lenolenik) meningkat setelah proses fermentasi.^{22,23} Fermentasi oleh bakteri asam laktat berpengaruh terhadap perpindahan posisi asam lemak pada posisi tengah (sn-2) dan pada posisi terluar (sn-1 dan sn-3) dan meningkatnya perpindahan asam oleat di posisi sn-2 selama proses fermentasi.²³ Selain itu proses pemanasan dalam pengolahan produk juga dapat menyebabkan terjadinya denaturasi dari lemak.²¹

Anjuran asupan lemak sehari untuk pasien dengan diabetes melitus adalah 20 – 30% dari total kalori harian.³ Asupan lemak yang lebih dari kebutuhan dapat menurunkan sensitivitas dari insulin, kadar adiponektin darah yang berperan dalam mengontrol sensitivitas insulin.²⁴

Kadar Karbohidrat

Hasil uji pada Tabel 3 menunjukkan bahwa karbohidrat dari produk yang telah disubstitusi dengan labu kuning memiliki kadar karbohidrat lebih rendah daripada produk kontrol. Proses fermentasi dapat menurunkan kadar karbohidrat menyebabkan aktifnya enzim pati hidrolisis seperti α -amilase dan maltase yang berperan dalam merubah pati menjadi dektrin dan glukosa sederhana.²⁵ Glukosa yang dihasilkan selama proses fermentasi disukai oleh mikroorganisme sebagai sumber energi sehingga terjadi penurunan kadar karbohidrat selama proses fermentasi.²⁶ Selain itu, karbohidrat dalam bentuk pati dapat mengalami degradasi oleh bakteri asam laktat maupun akibat proses enzimatik.²¹

Asupan karbohidrat penting diperhatikan oleh pasien dengan diabetes melitus. Asupan karbohidrat yang berlebih dapat meningkatkan kadar glukosa darah akibat dari tidak adanya insulin dalam memindahkan glukosa ke dalam sel. Pasien dengan kondisi diabetes melitus dianjurkan untuk mengonsumsi karbohidrat kompleks dengan jumlah 45 – 65% dari total kebutuhan sehari³.

pH

Tabel 3 menunjukkan bahwa pH produk *soygart* labu kuning lebih rendah daripada pH *soygart*. Penurunan pH pada *soygart* yang disubsitusi labu kuning dikarenakan adanya nutrisi tambahan berupa polisakarida yang digunakan oleh bakteri probiotik terutama strain *Lactobacillus* dalam melakukan proses fermentasi sehingga menghasilkan asam laktat.²⁷ Hasil sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Szydlowska et al, (2022) bahwa bubur labu yang difermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus rhamnosus* Lock dan *Lactocaseibacillus casei* mengalami penurunan pH disertai dengan peningkatan jumlah bakteri asam laktat.²⁷

Bakteri Asam Laktat

Jumlah bakteri asam laktat pada produk *soygart* labu kuning mengalami penurunan jumlah bila dibandingkan dari *soygart*. Akan tetapi, kedua produk telah memenuhi jumlah minim bakteri asam laktat (BAL) untuk *yogurt* berdasarkan SNI 2981:2009 minimal 10^7 koloni/ml. Selama proses fermentasi BAL membutuhkan nutrisi berupa karbon, nitrogen, vitamin dan mineral untuk melakukan perbanyakan sel. Protein digunakan sebagai sumber nitrogen oleh BAL dimana kadar protein pada *soygart* yang disubsitusi dengan labu kuning lebih rendah daripada *soygart* sehingga jumlah nitrogen yang tersedia sedikit dan jumlah sel BAL yang dihasilkan lebih rendah daripada *soygart*. Substitusi pektin yang merupakan polisakarida pada labu kuning diharapkan dapat digunakan sebagai sumber energi berupa karbon oleh BAL. Penurunan BAL pada *soygart* labu kuning juga dapat disebabkan oleh pH dari produk dibawah pH optimal pertumbuhan BAL yaitu 4,5 – 6.²⁸ pH terlalu asam dapat menyebabkan kerusakan pada membran sel BAL maupun menyebabkan kematian, serta dapat menghambat ataupun menghentikan proses metabolisme dari BAL sehingga jumlah BAL dapat menurun.^{29,30} Selain itu starter campuran yang digunakan juga menjadi penyebab terjadinya kompetisi antar bakteri serta metabolit yang dihasilkan oleh setiap strain juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri lainnya.

Bakteri asam laktat memiliki peran dalam mengontrol kadar glukosa darah pada kondisi diabetes melitus dengan menjaga

keseimbangan mikrobiota di saluran cerna dengan menekan jumlah bakteri patogen dan meningkatkan jumlah bakteri penghasil SCFA.¹¹ Selain itu, BAL mencegah kerusakan oksidatif dengan menghambat peroksidasi lipid dan meningkatkan kandungan antioksidan glutathione, superoksida dismutase, katalase, dan glutathione peroksidase serta meningkatkan sel T *killer* (NKT) yang berada di hati. BAL dapat mengatasi meningkatnya resistensi insulin dan peradangan oleh modulasi ekspresi TNF- α dan reduksi dari ikatan NF-kB.^{31,32}

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Substitusi labu kuning pada *soygart* tidak memiliki beda nyata ($p>0,05$) terhadap parameter organoleptik. Formula terpilih adalah P1 dengan komposisi kedelai dan labu kuning 80:20 (F1). Hasil uji mutu gizi dan fisikokimia formula terpilih telah memenuhi standar mutu *yogurt* yang berlaku di Indonesia.

Saran

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menganalisis kandungan zat anti gizi seperti fitat, tanin dan tripsin inhibitor yang umumnya terdapat pada kedelai yang menjadi bahan baku dari produk ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Padang dan Balai Riset Industri Padang yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

RUJUKAN

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. Boyko E, Magliano DJ, Karuranga S, Piemonte L, Riley P, Saeedi P, et al., editors. International Diabetes Federation. International Diabetes Federation; 2021.

2. Kementerian Kesehatan RI. Laporan Nasional RISKESDAS 2018 [Internet]. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta; 2019. Available from: http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf
3. Soelistijo SA, Suastika K, Lindarto D, Decroli E, Permana H, Sucipto KW, et al. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021 [Internet]. PB PERKENI. 2021. 46 p. Available from: www.ginasthma.org.
4. Altenhofen D, da Luz G, Frederico MJS, Venzke D, Brich M, Vigil S, et al. Bis-Pyrano Prenyl Isoflavone Improves Glucose Homeostasis by Inhibiting Dipeptidyl Peptidase-4 in Hyperglycemic Rats. *J Cell Biochem*. 2017;118(1):92–103.
5. Palacios-González B, Vargas-Castillo A, Velázquez-Villegas LA, Vasquez-Reyes S, López P, Noriega LG, et al. Genistein increases the thermogenic program of subcutaneous WAT and increases energy expenditure in mice. *J Nutr Biochem* [Internet]. 2019;68:59–68. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.03.012>
6. Guevara-Cruz M, Godinez-Salas ET, Sanchez-Tapia M, Torres-Villalobos G, Pichardo-Ontiveros E, Guizar-Heredia R, et al. Genistein stimulates insulin sensitivity through gut microbiota reshaping and skeletal muscle AMPK activation in obese subjects. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2020;8(1):1–9.
7. Müller-Maatsch J, Bencivenni M, Caligiani A, Tedeschi T, Bruggeman G, Bosch M, et al. Pectin content and composition from different food waste streams in memory of Anna Surribas, scientist and friend. *Food Chem*. 2016;201:37–45.
8. Hu S, Kuwabara R, Beukema M, Ferrari M, de Haan BJ, Walvoort MTC, et al. Low methyl-esterified pectin protects pancreatic β -cells against diabetes-induced oxidative and inflammatory stress via galectin-3. *Carbohydr Polym* [Internet]. 2020;249(July):116863. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116863>
9. Sahasrabudhe NM, Beukema M, Tian L, Troost B, Scholte J, Bruininx E, et al. Dietary fiber pectin directly blocks toll-like receptor 2-1 and prevents doxorubicin-induced ileitis. *Front Immunol*. 2018;9(MAR):1–19.
10. Watson RR, Preedy VR. Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes [Internet]. Second. Rodriguez C, editor. News.Ge. London: Stacy Masucci; 2019. Available from: <https://www.elsevier.com/books/bioactive-food-as-dietary-interventions-for-diabetes/watson/978-0-12-813822-9>
11. Zhang L, Chu J, Hao W, Zhang J, Li H, Yang C, et al. Gut Microbiota and Type 2 Diabetes Mellitus: Association, Mechanism, and Translational Applications. *Mediators Inflamm*. 2021;2021.
12. Yuan T, Ye F, Chen T, Li M, Zhao G. Structural characteristics and physicochemical properties of starches from winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.). *Food Hydrocoll* [Internet]. 2022;122(2):107115. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107115>
13. Labiba NM, Marjan AQ, Nasrullah N. Pengembangan Soyghurt (Yoghurt Susu Kacang Kedelai) Sebagai Minuman Probiotik Tinggi Isoflavon. *Amerta Nutr*. 2020;4(3):244.
14. Yuniritha E, Avelia A, . A. Effectiveness of Jicama Probiotic Yoghurt (*Pachyrhizus erosus*) on Blood Glucose in Diabetic Mice. *KnE Life Sci*. 2019;2019:250–61.
15. Lestari S. Uji organoleptik mie basah berbahan dasar tepung talas beneng (*Xantoshoma undipes*) untuk meningkatkan nilai tambah bahan pangan lokal Banten. 2015;1(4):941–6.

16. Norshazila S, Irwandi J, Othman R, Yumi Zuhani HH. Carotenoid content in different locality of pumpkin (*Cucurbita moschata*) in Malaysia. *Int J Pharm Pharm Sci*. 2014;6(SUPPL. 3):29–32.
17. Marcelino G, Machate DJ, Freitas K de C, Hiane PA, Maldonado IR, Pott A, et al. β -Carotene: Preventive Role for Type 2 Diabetes Mellitus and Obesity: A Review. *Molecules*. 2020;25(24):1–14.
18. Chua JY, Lu Y, Liu SQ. Evaluation of five commercial non-Saccharomyces yeasts in fermentation of soy (tofu) whey into an alcoholic beverage. *Food Microbiol* [Internet]. 2018;76(July):533–42. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.07.016>
19. Tangyu M, Muller J, Bolten CJ, Wittmann C. Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2019;103(23–24):9263–75.
20. Forst P, Santivarangkna C. Advances in probiotic technology. *Advances in Probiotic Technology*. New York: CRC Press; 2015. 1–374 p.
21. Adebo JA, Njobeh PB, Gbashi S, Oyediji AB, Ogundele OM, Oyeyinka SA, et al. Fermentation of Cereals and Legumes: Impact on Nutritional Constituents and Nutrient Bioavailability. *Fermentation*. 2022;8(2):1–57.
22. Vieira CP, Álvares TS, Gomes LS, Torres AG, Paschoalin VMF, Conte CA. Kefir grains change fatty acid profile of milk during fermentation and storage. *PLoS One*. 2015;10(10):1–18.
23. Ziarno M, Bryś J, Parzyszek M, Veber A. Effect of lactic acid bacteria on the lipid profile of bean-based plant substitute of fermented milk. *Microorganisms*. 2020;8(9):1–15.
24. Purba RB, Momongan NR, Monolimay S. Asupan karbohidrat dan lemak pada diabetes tipe II yang rawat jalan di Puskesmas Tombatu. *J Gizido*. 2015;7(2):362–7.
25. Konkit M, Kim W. Activities of amylase, proteinase, and lipase enzymes from *Lactococcus chungangensis* and its application in dairy products. *J Dairy Sci* [Internet]. 2016;99(7):4999–5007. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11002>
26. Simwaka JE, Chamba MVM, Huiming Z, Masamba KG, Luo Y. Effect of fermentation on physicochemical and antinutritional factors of complementary foods from millet, sorghum, pumpkin and amaranth seed flours. *Int Food Res J*. 2017;24(5):1869–79.
27. Genevois C, Flores S, de Escalada Pla M. Byproduct from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex poiret) as a substrate and vegetable matrix to contain *Lactobacillus casei*. *J Funct Foods* [Internet]. 2016;23:210–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2016.02.030>
28. Vera-Peña MY, Rodriguez WLR. Effect of pH on the growth of three lactic acid bacteria strains isolated from sour cream. *Univ Sci*. 2020;25(2):341–58.
29. Hu G, Jiang H, Zong Y, Datsomor O, Kou L, An Y, et al. Characterization of Lactic Acid-Producing Bacteria Isolated from Rumen: Growth, Acid and Bile Salt Tolerance, and Antimicrobial Function. *Fermentation*. 2022;8(8).
30. Mozzi F. Lactic Acid Bacteria. *Encycl Food Heal* [Internet]. 2015;501–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00414-1>
31. Lenoir-wijnkoop I, Mahon J, Claxton L, Wooding A, Prentice A, Finer N. An Economic Model For The Use of Yoghurt in Type 2 Diabetes Risk Reduction in The UK. *BMC Nutr* [Internet]. 2016;1–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40795-016-0115-1>
32. Zhang Q, Wu Y, Fei X. Effect of Probiotics on Glucose Metabolism in Patients with

Type 2 Diabetes Mellitus : A Meta-analysis
of Randomized Controlled Trials. *Medicina*
(B Aires) [Internet]. 2016;52(1):28–34.

Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.medici.2015.11.008>