

**THE EFFECTIVENESS ADDITION OF SUCROSE
AND SKIM MILKON THE CHARACTERISTICS OF
PINEAPPLE'S YOGHURT (*Ananas comosus*)
AS LEARNING MODULE CONCEPT OF FOOD MICROBIOLOGY
IN BASIC MICROBIOLOGY COURSE**

Novita Sri Wahyuni*, Irda Sayuti, Sri Wulandari

novita.sriwahyuni@gmail.com, irdasayuti63@gmail.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id
+6282169983946

Biology Education Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau

Abstract : *This research aimed at studying the role of Lactic Acid Bacteria (LAB) in food stuffs on October-November 2014. Sucrose and skim milk is used as a source of energy and nutrients for LAB. The result of research was used to development a learning Module in basic microbiology course. This research was implemented in two steps, they are laboratory research and development a learning Module by use of ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation and Evaluation) development. Pineapple's yoghurt manufacture begins with the stage of pasteurization, cooling, inoculation and incubation. This research results in the form of lactic acid levels, pH, protein content, carbohydrate content and moisture content are developed as a learning Module in the concept of food microbiology to enrich teaching materials in basic microbiology course.*

Keywords : *Lactic Acid Bacteria, Sucrose, Skim milk, Learning Module*

**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN SUKROSA DAN SUSU SKIM
TERHADAP KARAKTERISTIK YOGHURT NANAS
(*Ananas comosus*) SEBAGAI PENGAYAAN MODUL
KONSEP MIKROBIOLOGI PANGAN
DALAM MATAKULIAH MIKROBIOLOGI DASAR**

Novita Sri Wahyuni*, Irda Sayuti, Sri Wulandari

novita.sriwahyuni@gmail.com, irdasayuti63@gmail.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id
+6282169983946

Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari peranan bakteriasam laktat (BAL) dalam bahan makanan pada Oktober-November 2014. Sukrosa dan susu skim digunakan sebagai sumber energi dan nutrisi bagi BAL. Hasil penelitian digunakan sebagai pengembangan Modul Pembelajaran pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar. Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahapan yaitu tahap riset di Laboratorium dan tahap pengembangan Modul Pembelajaran dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation dan Evaluation*). Pembuatan yoghurt nanas (*Ananas comosus*) dimulai dengan tahap pasteurisasi, pendinginan, inokulasi dan inkubasi. Hasil penelitian ini yaitu berupa kadar asam laktat, pH, kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar air yang dikembangkan sebagai Modul Pembelajaran konsep mikrobiologi pangan untuk memperkaya bahan ajar pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar.

Kata Kunci: Bakteri Asam Laktat, Sukrosa, Susu Skim, Modul Pembelajaran

PENDAHULUAN

Mikrobiologi Dasar adalah Mata Kuliah wajib diikuti oleh setiap mahasiswa Program S1 Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau yang diperoleh mahasiswa pada setiap semester tiga dengan bobot tiga SKS. Pembelajaran mata kuliah ini dilakukan dengan ceramah, tanya jawab, diskusi dan tugas dengan menggunakan buku Dasar-dasar Mikrobiologi karangan Pelczar. Pembelajaran mata kuliah ini dilakukan dengan pendekatan *Student Centered Learning* (SCL) dan praktikum berbasis kontekstual.

Salah satu topik yang dipelajari dalam Mikrobiologi Dasar adalah Mikrobiologi Pangan (*food microbiology*) yang mempelajari penggunaan mikroorganisme yang dapat diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan salah satunya pada bidang makanan dan industri, seperti metode pengawetan makanan, metode fermentasi makanan, dan penemuan makanan tambahan yang pada proses pembelajarannya diperlukan suatu contoh nyata penelitian terbaru sehingga mahasiswa dapat menuliskan hasil analisa dan mengemukakan kesimpulan dari suatu kegiatan penelitian (Irda Sayuti dan Sri Wulandari, 2014).

Dalam perkuliahan Mikrobiologi Dasar buku utama yang digunakan adalah Mikrobiologi Jilid I dan II karangan Pelczar and Chan (1988). Dalam pembelajaran konsep mikrobiologi pangan, materi yang dikaji masih bersifat umum. Kajian mengenai peranan bakteri asam laktat yang memiliki kemampuan tertentu sering menggunakan berbagai jurnal penelitian dari luar. Oleh karena itu diperlukan kajian-kajian mengenai bakteri yang memiliki kemampuan tertentu seperti bakteri yang mampu menggunakan bahan makanasebagai salah satu sumber energi dan nutrisi metabolismenya yang berasal dari fenomena lokal.

Diharapkan hasil penelitian ini akan menambah informasi-informasi baru tentang pengaruh efektivitas penambahan sukrosa dan susu skim terhadap karakteristik yoghurt nanas (*Ananas comosus*).Tentunya Mikrobiologi Dasar membutuhkan informasi-informasi tersebut sebagai penambahan bahan ajar dalam bentuk Modul Pembelajaran yang berbasis riset untuk inovasi dalam proses pembelajarannya. Hasil penelitian ini dikembangkan menjadi Modul Pembelajaran yang akan dimanfaatkan sebagai salah satu referensi pendukung pada pelaksanaan perkuliahan Mikrobiologi Dasar dalam konsep mikrobiologi pangan.

Yoghurt merupakan produk berbasis susu yang telah dikonsumsi selama berabad-abad yang mempunyai efek menguntungkan bagi kesehatan. Dengan berjalannya waktu, yoghurt terus menerus dimodifikasi untuk mendapatkan karakteristik dan efek nutrisi yang lebih baik.Selain susu hewani, belakangan ini yoghurt juga dapat dibuat dari buah-buahan atau sari buah yang disebut dengan “fruitghurt”. Salah satu jenis buah yang dijadikan fruitghurt adalah buah nanas (Andal Kuntarso. 2007).

Kultur starter yang umum digunakan dalam pembuatan minuman probiotik sejenis yoghurt adalah kultur campuran dari *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri dapat memanfaatkan berbagai bahan makanan sebagai media tumbuhnya, misalnya pemecahan sukrosa dan susu skim menjadi asam laktat oleh aktivitas bakteri asam laktat yang dapat meningkatkan keasaman produk susu.

Gula adalah suatu istilah umum yang sering diartikan bagi setiap karbohidrat yang digunakan sebagai pemanis, tetapi dalam industri pangan digunakan untuk menyatakan sukrosayang mempunyai peranan penting dalam pengolahanmakanan. Didalam proses pembuatan yoghurt sukrosa merupakan salah satu faktor yang mampu mempengaruhi pertumbuhan BAL dan berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia produk.

Susu skim adalah bagian susu yang tertinggal sesudah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak, seperti vitamin A, D, E dan K. Susu skim dimanfaatkan dalam pembuatan keju dengan lemak rendah dan yoghurt. Susu bubuk skim merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan makanan didalam proses pembuatan yoghurt dikarenakan kemudahan penanganan dan dayatahan yang relatif lebih lama apabila dibandingkan dengan susu segar.

Faktor yang sangat berpengaruh dalam proses pembuatan minuman fermentasi adalah konsentrasi gula dan susu skim yang ditambahkan ke dalam medium. Penambahan gula dan susu skim diperlukan sebagai sumber energi dan nutrisi bagi bakteri asam laktat (Wirawati, 2002).

Menurut Poedjadi (1994) fermentasi glukosa dari laktosa pada prinsipnya terdiri dari dua tahap, yaitu pemecahan rantai karbon dari glukosa menjadi asam piruvat melalui jalur glikolisis dan perubahan asam piruvat menjadi asam laktat.

Agar peranan bakteri asam laktat ini diketahui maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh efektivitas penambahan sukrosa dan susu skim terhadap karakteristik yoghurt nanas (*Ananas comosus*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga November 2014 di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau dan Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Riau, Pekanbaru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4 x 4 yang terdiri atas dua tahapan yaitu tahap riset di Laboratorium dan tahap pengembangan Modul Pembelajaran dari hasil penelitian.

Penelitian dimulai dari pembuatan sari nanas. Kemudian sari nanas ditambahkan dengan sukrosa dan susu skim dengan berbagai variasi konsentrasi, dipindahkan kedalam 16 wadah perlakuan dan dipasteurisasi (dipanaskan) pada suhu 80⁰C dengan waktu 15 menit. Selanjutnya dilakukan pendinginan hingga mencapai suhu 37⁰C dan kedalam masing-masing wadah diinokulasikan bakteri starter *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* sebanyak 5 ml. Langkah terakhir yaitu diinkubasi dengan menggunakan inkubator pada suhu 37⁰C dengan waktu 18jam (Elok Zubaidah dkk, 2005).

Yoghurt nanas yang dihasilkan kemudian dilakukan penghitungan data dengan berbagai parameter seperti kadar asam laktat, pH, kadar protein, kadar karbohidrat, dan kadar air. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel. Data yang dihasilkan meliputi kadar asam laktat, pH, kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar air akan dianalisis dengan menggunakan ANAVA (varians) pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka akan dilanjutkan dengan menggunakan uji DMRT. Integrasi hasil penelitian sebagai sumber belajar berupa Modul Pembelajaran untuk Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar. Adapun model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (W. Dick and L. Carey 2005). Namun untuk Tugas Akhir ini pengembangan hasil penelitian menjadi Modul Pembelajaran hanya dilakukan sampai tahap *Development*.

Modul Pembelajaran yang telah dirancang sedemikian rupa selanjutnya disusun secara sistematis dan dilanjutkan dengan tahapan validasi oleh tiga orang Dosen

Pendidikan Biologi bidang materi penelitian dan Dosen Pendidikan Biologi bidang pendidikan. Aspek yang dinilai meliputi aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek sajian dan aspek kegrafisan serta penilaian secara umum terhadap Modul Pembelajaran yang telah dirancang.

Analisis hasil validasi dengan mencari rerata hasil penilaian dari ketiga Validator dan dibandingkan dengan kriteria berikut: (a) sangat valid > 4,2-5,0 (b) valid > 3,4-4,2 (c) cukup valid > 2,6-3,4 (d) kurang valid > 1,8-2,6 dan (e) tidak valid = 1,0-1,8 (Arikunto, 2002). Valid atau tidaknya Modul Pembelajaran dapat diketahui dari rerata skor yang diperoleh dari masing-masing Validator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas penambahan sukrosa dan susu skim terhadap kadar asam laktat dan pH yoghurt nanas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Efektivitas Penambahan Sukrosa dan Susu Skim terhadap Kadar Asam Laktat dan pH Yoghurt Nanas (*Ananas comosus*).

Kombinasi Perlakuan Sukrosa dan Susu Skim (%)	Parameter	
	Kadar Asam Laktat (%)	pH
S ₀ K ₀	0,36i	5,41a
S ₀ K ₃	0,56ef	4,61e
S ₀ K ₇	0,60e	4,52ef
S ₀ K ₁₀	0,50h	5,12bc
S _{2,5} K ₀	0,39i	5,25b
S _{2,5} K ₃	0,66d	4,42fg
S _{2,5} K ₇	0,71c	4,40fg
S _{2,5} K ₁₀	0,51gh	5,18bc
S ₅ K ₀	0,48h	5,23b
S ₅ K ₃	0,79b	4,38g
S ₅ K ₇	0,83b	4,30gh
S ₅ K ₁₀	0,56ef	4,81d
S _{7,5} K ₀	0,55fg	5,12bc
S _{7,5} K ₃	0,92a	4,24hi
S _{7,5} K ₇	0,94a	4,15i
S _{7,5} K ₁₀	0,58ef	4,88cd

Keterangan :

1. S = Sukrosa ; K = Susu Skim
2. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom untuk setiap kombinasi perlakuan tidak berbeda nyata, P (< 0,05)

a. Kadar Asam Laktat

Analisis sidik ragam terhadap kadar asam laktat yoghurt nanas menunjukkan bahwa kombinasi penambahan sukrosa dan susu skim berpengaruh sangat nyata terhadap kadar asam laktat. Kadar asam laktat yang terkandung dalam yoghurt nanas yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0,36%-0,94%.

Berdasarkan Tabel 1 bahwa kadar asam laktat tertinggi yaitu sebesar 0,94% yang diperoleh pada perlakuan S_{7,5}K₇ (sukrosa 7,5% dan susu skim 7%) yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan S_{7,5}K₃. Ini berarti bahwa penambahan sukrosa dan susu skim secara nyata dapat meningkatkan produksi atau jumlah asam pada proses pembuatan yoghurt nanas. Dari analisis kadar asam laktat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi sukrosa dan susu skim maka terjadi kenaikan kadar total asam laktat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi sukrosa dan susu skim akan meningkatkan jumlah laktosa dan karbon dalam

campuran dan meningkat pula aktivitas mikrobia/BAL untuk mengubah laktosa untuk pertumbuhannya menjadi asam laktat. Hal ini sesuai dengan pendapat Dewi Astuti Herawati dan D. Andang Arif Wibawa(2009) bahwa *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* akan memanfaatkan sumber nitrogen dan karbon untuk hidup dan berkembang biak (memperbanyak diri) dan menghasilkan asam laktat.

Laktosa akan masuk ke dalam sel BAL melalui permease, kemudian enzim laktase (beta – galaktosidase) akan memutus ikatan glikosida pada laktosa sehingga akan menghasilkan glukosa dan galaktosa. Glukosa yang terbentuk selanjutnya dimetabolisme oleh BAL menjadi asam laktat (Tamime dan Marshall, 1997).

Sedangkan rerata asam laktat terendah diperoleh pada kontrol (S_0K_0) yaitu perlakuan tanpa penambahan sukrosa dan susu skim sebesar 0,36%. Ini berarti tanpa penambahan sukrosa dan susu skim juga masih dapat diproduksi asam laktat namun dalam jumlah yang sangat terbatas dan belum memenuhi persyaratan mutu sesuai SNI 01-2981-1992 yaitu sebesar 0,5% -2.0%.

Secara umum kadar asam laktat yang dihasilkan telah memenuhi kriteria SNI kecuali pada perlakuan S_0K_0 (tanpa penambahan sukrosa dan susu skim), S_3K_0 (sukrosa 3% dan susu skim 0%) dan S_5K_0 (sukrosa 5% dan susu skim 0%) yaitu 0,36%, 0,39% dan 0,48%. Hal ini diduga karena pada perlakuan hanya ditambahkan sedikit susu skim dan tanpa penambahan sukrosa sebagai suplemen bagi BAL untuk rangka karbon dan sumber energi, sehingga asam laktat yang dihasilkan pada perlakuan ini lebih sedikit.

b. pH

Analisis sidik ragam terhadap pH yoghurt nanas menunjukkan bahwa kombinasi penambahan sukrosa dan susu skim berpengaruh sangat nyata terhadap pH. Pada parameter derajat keasaman (pH), pH tertinggi yaitu 5,41 pada perlakuan S_0K_0 (tanpa penambahan sukrosa dan susu skim) yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pH terendah yang diperoleh adalah 4,15 pada perlakuan $S_{7,5}K_7$ (sukrosa 7,5% dan susu skim 7%) yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat suatu keterkaitan antara kadar asam laktat dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan sukrosa dan susu skim secara nyata dapat meningkatkan produksi atau jumlah asam laktat yang langsung berhubungan dengan nilai pH. Semakin banyak asam laktat yang terbentuk maka nilai pH akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Nizori dkk (2006) bahwa nilai keasaman dan pH memiliki hubungan erat dengan peningkatan jumlah mikroba yang diikuti dengan meningkatnya aktivitas metabolisme sehingga produksi asam laktat semakin meningkat sedangkan nilai pH menurun.

Menurut Winarno dkk (2003) asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan citarasa dan meningkatkan keasaman atau menurunkan pH-nya. Semakin rendahnya pH atau derajat keasaman susu setelah fermentasi akan menyebabkan semakin sedikitnya mikroba yang mampu bertahan hidup dan menghambat proses pertumbuhan mikroba patogen dan mikroba perusak susu, sehingga umur simpan susu dapat menjadi lebih lama.

Pada pembuatan yoghurt, bakteri *Lactobacillus bulgaricus* bersimbiosis mutualisme dengan *Streptococcus thermophilus*. Pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* meningkat distimulir karena adanya asam amino dan peptida sederhana, terutama valin, lisin dan histidin (Widodo, 2003), sedangkan *Lactobacillus bulgaricus* tumbuh dengan cepat karena distimulir adanya asam format dan CO_2 yang dihasilkan

oleh *Streptococcus thermophilus*. Kombinasi bakteri yoghurt akan menghasilkan asam laktat lebih cepat dibandingkan kultur tunggal (Walstra *et al*, 1999).

Keasaman titrasi susu meningkat dengan meningkatnya jumlah mikroorganisme yang mengubah sebagian laktosa menjadi asam laktat oleh bakteri pembentuk asam (Adnan, 1984). Perbedaan keasaman yoghurt disebabkan oleh jenis starter karena setiap starter mempunyai karakteristik sendiri dalam memecah laktosa susu. Peningkatan konsentrasi starter akan diikuti pula dengan peningkatan kadar asam, karena peningkatan konsentrasi starter berarti peningkatan jumlah mikroba pada media. Peningkatan ini akan diikuti dengan peningkatan aktifitas serta perkembangan mikrobia dan kemudian terjadi peningkatan perombakan laktosa menjadi asam laktat yang dicerminkan dengan kadar asam yoghurt (Kusmajadi dalam Heru Prasetyo, 2010).

Efektivitas penambahan sukrosa dan susu skim terhadap kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efektivitas Penambahan Sukrosa dan Susu Skim terhadap Kadar Protein, Kadar Karbohidrat dan Kadar Air Yoghurt Nanas.

Kombinasi Perlakuan Sukrosa dan Susu Skim (%)	Parameter		
	Kadar Protein (%)	Kadar Karbohidrat (%)	Kadar Air (%)
S ₀ K ₀	0,06n	0,84j	96,28a
S ₀ K ₃	3,08m	0,17m	93,50c
S ₀ K ₇	6,20g	0,34l	89,98e
S ₀ K ₁₀	7,51d	1,66h	84,91i
S _{2,5} K ₀	3,53l	0,90i	94,70b
S _{2,5} K ₃	4,46j	2,14g	91,37d
S _{2,5} K ₇	6,32f	2,42f	88,86f
S _{2,5} K ₁₀	7,64c	4,84c	82,65j
S ₅ K ₀	5,08i	0,73k	93,51c
S ₅ K ₃	5,05i	3,54e	87,98g
S ₅ K ₇	6,75e	4,84c	80,27l
S ₅ K ₁₀	7,65b	4,83c	82,02k
S _{7,5} K ₀	4,06k	4,48d	88,11g
S _{7,5} K ₃	5,46h	7,65b	79,43m
S _{7,5} K ₇	7,95a	4,46d	86,80h
S _{7,5} K ₁₀	5,47h	10,56a	73,04n

Keterangan :

1. S = Sukrosa ; K = Susu Skim
2. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom untuk setiap kombinasi perlakuan tidak berbeda nyata, P (< 0,05)

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa secara umum kombinasi sukrosa dan susu skim meningkatkan kadar protein dan kadar karbohidrat dibandingkan tanpa penambahan sukrosa dan susu skim (kontrol), serta dapat menurunkan kadar air yoghurt nanas. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan interaksi penambahan sukrosa dan susu skim berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar air yoghurt nanas.

c. Kadar Protein

Menurut SNI 01.2981-1992 kandungan protein dalam yoghurt minimal 3,5%. Hasil analisis protein yang terdapat pada yoghurt nanas berkisar antara 0,06%-7,95%, hal tersebut membuktikan bahwa yoghurt nanas yang dihasilkan ada yang sesuai dan

juga yang tidak sesuai dengan persyaratan mutu yoghurt yang ada. Berdasarkan hasil penelitian terlihat pada perlakuan dengan penambahan konsentrasi sukrosa dan susu skim yang berbeda menghasilkan kadar protein yang berbeda pula. Semakin tinggi konsentrasi sukrosa dan susu skim yang digunakan makin tinggi pula kadar protein yang dimiliki, hal ini disebabkan karena pada susu skim memiliki kandungan protein yang cukup besar yaitu 34,5%. Menurut Helferich dan Westhoff (1980) menyatakan bahwa starter yoghurt dapat menghidrolisis protein selama pertumbuhan dan menghasilkan asam amino bebas.

Berdasarkan pada Tabel 2, konsentrasi S_{7,5}K₇ (sukrosa 7,5%, susu skim 7%) menghasilkan kadar protein tertinggi yaitu 7,95% pada yoghurt nanas yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kadar protein tertinggi diperoleh dari sampel dengan total BAL yang tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar protein dipengaruhi oleh total BAL yang terkandung. Semakin banyak jumlah mikroba yang terdapat di dalam yoghurt maka akan semakin tinggi kandungan proteinnya karena sebagian besar komponen penyusun mikroba adalah protein. Hal ini sejalan dengan pendapat Purwijantiningsih (2007) bahwa penurunan dan peningkatan kadar protein berkaitan juga dengan adanya BAL yang hidup pada yoghurt karena pada saat pengukuran protein, protein BAL juga ikut terukur. Menurut Herastuti *dkk* (1994) selain protein yang berasal dari BAL, kadar protein yoghurt juga dipengaruhi oleh jumlah total dari protein bahan yang digunakan, yang pada penelitian ini yaitu sukrosa dan susu skim.

Dari analisis kadar protein diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi susu skim maka terjadi peningkatan protein, hal ini disebabkan karena adanya penambahan protein dari aktivitas mikrobia yang digunakan. *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang ditambahkan akan memanfaatkan sumber nitrogen dan karbon yang terdapat pada susu skim untuk hidup dan berkembang biak (memperbanyak diri). Semakin banyak jumlah mikrobia yang terdapat didalam yoghurt maka akan semakin tinggi kandungan proteinnya karena sebagian besar komponen penyusun mikrobia/ bakteri adalah protein. Kemungkinan terjadi pengubahan material non protein menjadi protein dalam metabolisme sel mikrobia.

Lactobacillus bulgaricus tumbuh dominan terlebih dahulu dan menghasilkan asam amino glisin, histidin, valin, asam glutamat, triptofan, leusin dan isoleusin. Adanya glisin dan histidin akan merangsang pertumbuhan *Streptococcus thermophilus*. Terjadinya koagulasi susu selama inkubasi disebabkan oleh menurunnya pH akibat aktivitas starter. Sebaliknya *Streptococcus thermophilus* menyebabkan penurunan pH hingga 5,0-5,5, selanjutnya pH menurun hingga 3,8-4,4 karena terbentuknya asam laktat, sehingga *Lactobacillus bulgaricus* dapat tumbuh dengan baik dan kembali menghasilkan asam amino-asam amino bebas (Rahman dan Fardiaz, 1992).

Menurut Almatsier (2004), sintesis protein meliputi pembentukan rantai panjang asam amino yang dinamakan rantai peptida. Ikatan kimia yang mengaitkan dua asam amino satu sama lain dinamakan ikatan peptida. Ikatan ini terjadi karena satu hidrogen (H) dari gugus amino suatu asam amino bersatu dengan hidroksil (OH) dari gugus karboksil asam amino lain. Proses ini menghasilkan suatu molekul air, sedangkan CO dan NH yang tersisa akan membentuk ikatan peptida. Sebaliknya, ikatan peptida ini dapat dipecah menjadi asam amino oleh asam atau enzim pencernaan dengan penambahan satu molekul air. Proses ini dinamakan hidrolisis.

Yoghurt dengan kadar protein terendah dan tidak sesuai menurut standar SNI adalah 0,06% pada perlakuan tanpa penambahan sukrosa dan susu skim (S₀K₀) yang

menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena tidak adanya kandungan protein dari susu skim yang digunakan dalam pembuatan yoghurt yang merupakan faktor penting yang juga akan mempengaruhi mutu yoghurt yang dihasilkan. Proses fermentasi ini tidak secara signifikan mengubah total kandungan nitrogen dan asam amino. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa yang terjadi bukanlah peningkatan kandungan protein, melainkan peningkatan daya cerna karena terjadi penguraian protein menjadi unit-unit yang sederhana. Perubahan pada panjang protein menjadi unit-unit yang sederhana akan mengakibatkan protein lebih rentan terhadap enzim-enzim pencernaan, sehingga protein lebih mudah untuk dipecah menjadi komponen-komponen asam amino penyusunnya. Jenis protein yang paling penting dalam susu adalah kasein. Kasein didalam susu terdapat dalam bentuk kaseinat. Kaseinat dalam susu berperan dalam mempertahankan kestabilan yoghurt (Helferich dan Westhoff, 1980).

d. Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat tertinggi adalah sebesar 10,56% dihasilkan pada perlakuan $S_{7,5}K_{10}$ (sukrosa 7,5%, susu skim 10%) yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Karbohidrat pada susu adalah laktosa yang akan dipergunakan oleh bakteri asam laktat sebagai sumber karbon utama dalam menghasilkan asam laktat. Salah satu karbohidrat yang ada pada nanas dalam bentuk disakarida salah satunya yaitu fruktosa. Wahyudi (dalam Surtinah, 2002) menjelaskan fruktosa adalah sejenis polimer gula atau sering disebut sebagai gula buah. Fruktosa ini merupakan gula kompleks yang tidak langsung dicerna oleh alat pencernaan manusia, tetapi harus diolah terlebih dahulu menjadi gula sederhana. Sebelum fruktosa tercerna, biasanya sudah terbuang melalui bersama urin, sehingga tidak terserap tubuh. Jadi dengan proses fermentasi ini akan mengubah salah satu bentuk karbohidrat tersebut yang dapat lebih mudah diserap tubuh bila dikonsumsi.

Kadar karbohidrat terendah adalah sebesar 0,17% pada perlakuan S_0K_3 (sukrosa 0% dan susu skim 3%) yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena rendahnya penambahan sumber karbohidrat pada perlakuan tersebut. Sukrosa atau sakarosa merupakan senyawa oligasakarida yang secara komersial, sakarosa diproduksi dari tebu atau bit. Sukrosa dapat mengalami hidrolisa dalam larutan asam encer atau oleh enzim invertase menjadi glukosa dan fruktosa (Tranggono et al., 1989).

e. Kadar Air

Berdasarkan tabel 2 kadar air yang dihasilkan dari yoghurt nanas berkisar antara 73,04%-96,28%. Kadar air tertinggi yaitu 96,28% diperoleh pada perlakuan S_0K_0 (tanpa penambahan sukrosa dan susu skim) yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kadar air dipengaruhi oleh kadar air bahan baku penyusunnya. Tingginya kadar air pada perlakuan S_0K_0 diduga karena tidak adanya penambahan sukrosa dan susu skim sehingga BAL tidak menghasilkan kadar asam laktat yang tinggi dikarenakan kurangnya sumber laktosa dan karbon yang digunakan untuk pertumbuhan maupun sebagai sumber energi BAL tersebut. Hal ini dapat dilihat dari kadar asam laktat yang dihasilkan pada perlakuan S_0K_0 yaitu sebesar 0,36%.

Kadar air terendah yaitu 73,04% diperoleh pada perlakuan $S_{7,5}K_{10}$ (sukrosa 7,5% dan susu skim 10%) yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rendahnya kadar air pada perlakuan tersebut diduga karena semakin banyak

jumlah starter sehingga kadar air semakin menurun dimana BAL tersebut menurunkan kadar air teranalisa. Penurunan kadar air diduga disebabkan oleh kemampuan mengikat airnya.

Air tidak seperti komponen bahan pangan lain yang dapat disintesis oleh suatu bakteri tetapi lebih merupakan medium pertumbuhan yang dibutuhkan oleh mikroorganisme sehingga mempengaruhi laju atau kecepatan pertumbuhannya. Menurut Winarno dkk (2003), soyghurt pada umumnya mengandung air sekitar 85% hingga 89%.

Model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation dan Evaluation*) yang dilakukan hanya tiga tahap yaitu *Analyze, Design dan Development*.

Pada tahap *Analyze* dimulai dengan melakukan analisis Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD). Berdasarkan hasil analisis maka hasil penelitian dapat dijadikan Modul Pembelajaran pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar pada konsep Mikrobiologi Pangan. Standar Kompetensi (SK) yaitu memahami dan menerapkan peranan mikroba (bakteri, khamir, dan jamur) dalam mikrobiologi pangan, Kompetensi Dasar (KD) yaitu mendeskripsikan proses dan peranan mikroba dalam bidang pangan.

Pada tahap *Design* dilakukan perancangan materi, merancang indikator, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai serta merancang butir soal. Data-data dari hasil penelitian dihubungkan dengan konsep Mikrobiologi Pangan pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar. Indikator meliputi: (a) mendeskripsikan peran bakteri dalam proses pembuatan yoghurt, (b) menjelaskan jenis-jenis bakteri yang berperan dalam proses pembuatan yoghurt, (c) menjelaskan fungsi sukrosa dan susu skim dalam proses pembuatan yoghurt, (d) menjelaskan mengenai fermentasi yoghurt yang melibatkan bakteri, (e) menjelaskan proses pembuatan yoghurt yang melibatkan bakteri dan (f) menjelaskan pengaruh aktivitas bakteri dalam produk yoghurt. Sedangkan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai yaitu (a) mengetahui jenis-jenis bakteri serta peranannya didalam proses pembuatan yoghurt, (b) memahami tentang proses fermentasi oleh bakteri dengan memanfaatkan berbagai bahan makanan seperti sukrosa dan susu skim dan (c) menjelaskan proses pembuatan yoghurt serta pengaruh aktivitas bakteri dalam yoghurt.

Tahapan terakhir yaitu *Development*. Menurut Halim dalam Yustina (2010), Modul Pembelajaran adalah sesuatu bahan bacaan yang membolehkan pelajar mempelajari isi kandungan satu pelajaran mengikuti taraf kemampuan berfikir masing-masing pelajar sehingga tercapai suatu kemahiran. Modul Pembelajaran ini meliputi topik, tingkatan kurikulum, panduan penggunaan modul, pendahuluan, topik dan tujuan pembelajaran, materi, langkah-langkah kegiatan pembelajaran dan penilaian. Modul pembelajaran ini juga dilengkapi dengan umpan balik, rangkuman, tes formatif, kunci jawaban tes formatif dan daftar pustaka.

Modul Pembelajaran ini telah divalidasi oleh tiga orang Dosen Program Studi Pendidikan Biologi yang terdiri dari dua orang dosen ahli materi dan satu orang dosen ahli pendidikan. Penilaian hasil validasi Modul Pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata hasil penilaian Modul Pembelajaran Mikrobiologi Dasar Konsep Mikrobiologi Pangan oleh Validator.

Kriteria penilaian	Rerata penilaian			Rerata ketiga Validator
	Validator 1 (Ahli Materi)	Validator 2 (Ahli Materi)	Validator 3 (Ahli Kependidikan)	
Kelayakan isi	3,88	4,44	4,00	4,11
Kebahasaan	3,50	4,50	3,25	3,75
Sajian	4,00	4,40	3,40	3,93
Kegrafisan	3,50	4,50	3,75	3,92
Rerata	3,72	4,46	3,60	3,93
Penilaian Umum	B	B	C	Valid

Keterangan: B = Dapat digunakan dengan revisi yang sedikit
C = Dapat digunakan dengan revisi yang sedang

Berdasarkan Tabel 3 terlihat hasil penilaian ketiga Validator dari keempat aspek penilaian yaitu kelayakan isi, kebahasaan, sajian dan kegrafisan berkisar antara 3,75-4,11. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian berada pada kategori valid yaitu >3,4-4,2. Rerata penilaian tertinggi terlihat pada aspek kelayakan isi yaitu 4,11 sedangkan rerata penilaian terendah pada aspek kebahasaan yaitu 3,75.

Pada aspek kelayakan isi dicantumkan: (a) kesesuaian isi materi dengan Standar Kompetensi (SK), Kompetensi Dasar (KD), indikator dan tujuan pembelajaran (b) kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik (c) kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar (d) materi yang disampaikan merangsang perkembangan kognitif peserta didik (e) materi yang disajikan membantu peserta didik dalam memahami dan memungkinkan peserta didik terlibat aktif dalam menemukan konsep (f) materi yang disampaikan jelas dan sistematis (g) bahan ajar membantu peserta didik belajar secara mandiri (h) kebenaran substansi konsep materi dari aspek keilmuan (i) keterkaitan contoh materi dengan kondisi yang ada di lingkungan sekitar (j) soal dan evaluasi sesuai dengan materi pembelajaran (k) kebenaran kunci jawaban yang disajikan (l) manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan peserta didik dan (m) kesesuaian dengan nilai-nilai, moralitas dan sosial. Sedangkan penilaian pada aspek kebahasaan rendah dikarenakan kalimat yang susah dipahami, kurangnya kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia, serta penggunaan bahasa yang kurang efektif dan efisien sehingga dalam penyajiannya harus menggunakan kalimat yang lebih mudah dipahami agar mahasiswa dapat memanfaatkan Modul Pembelajaran tersebut dengan baik.

Pada aspek sajian dan kegrafisan termasuk dalam kategori valid. Komponen yang disajikan pada aspek sajian yaitu kejelasan tujuan, urutan penyajiannya sistematis, pemberian motivasi untuk meningkatkan interaktivitas (stimulus dan respon) mahasiswa. Sedangkan pada aspek kegrafisan, (a) penggunaan *font* (jenis dan ukuran) perlu diperhatikan lagi, (b) *lay out* dan tata letak sudah sesuai, (c) menampilkan ilustrasi, grafis, gambar dan foto yang sesuai. Tetapi harus diperhatikan keterangan gambar dan (d) desain tampilan yang menarik.

Hasil penilaian Modul Pembelajaran oleh ketiga Validator adalah valid dengan rerata 3,93 (>3,4-4,2).

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penambahan sukrosa dan susu skim menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik yoghurt nanas. Perlakuan terbaik sesuai SNI adalah pada penambahan sukrosa 7,5% dan susu skim 7% (S_{7,5}K₇) dengan kadar asam laktat 0,94%, pH 4,15, kadar karbohidrat 4,46%, kadar protein 7,95% dan kadar air 86,80%. Untuk penelitian selanjutnya disarankan peningkatan variasi perlakuan penambahan sukrosa dalam kisaran 7,5%-10%. Sedangkan untuk susu skim lebih kecil dari 10%. Selain itu disarankan juga penambahan jenis parameter yang dianalisis diantaranya total BAL, aktivitas antimikroba, kadar lemak, viskositas, dan kadar abu yoghurt nanas.

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperkaya bahan ajar dalam bentuk Modul Pembelajaran konsep mikrobiologi pangan pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau. Dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap Implementasi dan Evaluasi sesuai dengan model pengembangan pembelajaran ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

DAFTAR PUSTAKA

- Andal Kuntarso. 2007. *Pengembangan Teknologi Pembuatan Low-Fat Fruity Bio Yoghurt*. Skripsi dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Almatsier. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Arikunto. 2002. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Rineka Citra. Jakarta.
- Dewi. 2009. *Teknologi Pengolahan Susu, Pengolahan Ice Cream*. (online). <http://astriparamithadewi.blogspot.com/2009/12/teknologi-pengolahan-susu.html>. (diakses 5 Maret 2015).
- Elok Zubaidah, Ella Saprianti dan Marrisa Mawardhani. 2005. *Peranan Substitusi dengan Sari Wortel dan Kondisi Fermentasi terhadap Karakteristik Minuman Susu Terfermentasi Bakteri Asam Laktat*. Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 6 No. 2 (Agustus 2005) 93-100.
- Helferich, W and D. Westhoff. 1980. *All About Yoghurt*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey.
- Herastuti S. R, R. S Sujiman dan N. Ningsih. 1994. *Pembuatan Pati Gude (Cajanus cajan L.) dan Pemanfaatan Hasil Sampingnya dalam Pembuatan Yoghurt dan Tahu*. Laporan Hasil Penelitian Fakultas Pertanian UNSOED. Purwokerto.
- Heru Prasetyo. 2010. *Pengaruh Penggunaan Starter Yoghurt pada Level Tertentu terhadap Karakteristik Yoghurt yang Dihasilkan*. Jurusan Peternakan Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Irda Sayuti dan Sri Wulandari. 2012. *Silabus Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar*. FKIP Biologi Universitas Riau. Pekanbaru.

- Rahman A dan S. Fardiaz. 1992. *Teknologi Fermentasi Susu*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tamime A.Y and V. M. E. Marshall. 1997. *Microbiology and Technology of Fermented Milks*. In *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*.
- Tranggono. 1989. *Biokomia Pangan*. Pusat Antar Unit Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Walstra, P., T. J. Geurts., A. Noomen., A. Jellema., and M. A. J. S. Van Boekel. 1999. *Dairy Technology. Department of Food Science Wageningen Agricultural University Wageningen*. Netherlands.
- W. Dick and L. Carey. 2005. *The Systematic Design of Instruction*. Perason. Boston.
- Widodo. 2003. *Bioteknologi Industri Susu*. Lacticia Press. Yogyakarta.
- Winarno, Ahnan dan Widjajanto. 2003. *Flora Usus dan Yoghurt*. M-Brio Press. Bogor.
- Wirawati, C. U. 2002. *Potensi Bakteri Asam Laktat dari Tempoyak sebagai Probiotik*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. (Tidak Dipublikasikan).
- Yustina. 2010. *Modul Pembelajaran*. FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.