



**PEMBUATAN YOGURT SINBIOTIK MENGGUNAKAN BAKTERI
ASAM LAKTAT INDIGENUS SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL
ANTIDIARE**

SKRIPSI

RONI SEPTIAWAN

F24060662



FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2011

 Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Roni Septiawan. F24060662. **Pembuatan Yogurt Sinbiotik Menggunakan Bakteri Asam Laktat Indigenus sebagai Pangan Fungsional Antidiare.** Di bawah bimbingan Dr. Suliantari, MS dan Prof. Dr. Ir. Made Astawan, MS.

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan dua bakteri asam laktat probiotik indigenus, yaitu *Lactobacillus plantarum* 2C12 dan *Lactobacillus fermentum* 2B4, dalam pembuatan yogurt sinbiotik fungsional yang memiliki sifat sebagai antidiare, menentukan formula yogurt sinbiotik terpilih dengan karakteristik fisikokimia terbaik, mengaplikasikan penambahan bahan penstabil dan flavor pada yogurt, serta menguji karakteristik mutu yogurt sinbiotik formula terpilih yang meliputi mutu sensori, fisik, kimia, mikrobiologi, dan stabilitas selama penyimpanan.

Penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan meliputi pembuatan formula yogurt sinbiotik dan pengujian antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC secara *in vitro*. Penelitian utama meliputi aplikasi penambahan bahan penstabil dan flavor ke dalam formula yogurt sinbiotik terbaik dan analisis karakteristik mutu yogurt, seperti uji sifat fisik, kimia, mikrobiologi, uji karakteristik sensori, dan uji stabilitas selama penyimpanan.

Pembuatan yogurt dilakukan dalam empat formula yogurt sinbiotik fungsional dengan penambahan FOS sebanyak 5%, yaitu F1 (*L. bulgaricus* + *S. thermophilus*), F2 (*L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. plantarum* 2C12), F3 (*L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. fermentum* 2B4), dan F4 (*L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. plantarum* 2C12 + *L. fermentum* 2B4). Pengujian antibakteri keempat formula yogurt terhadap bakteri patogen EPEC menunjukkan efek penghambatan pada pertumbuhan EPEC. Analisis statistik menunjukkan bahwa masing-masing formula yogurt tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rata-rata log kematian EPEC pada setiap waktu kontak, demikian pula dengan derajat keasaman (pH) keempat formula yogurt. Dari segi organoleptik, yogurt F3 mempunyai tekstur yang lebih baik dan jumlah *whey* yang paling sedikit.

Bahan penstabil yang digunakan adalah CMC (konsentrasi 0.1%, 0.15%, dan 0.2%) dan pati jagung (konsentrasi 1.5%, 1.75%, dan 2.0%). Penambahan bahan penstabil pati jagung menghasilkan yogurt dengan karakteristik mutu yang lebih baik dibandingkan CMC dan konsentrasi penambahan pati jagung optimum adalah sebanyak 1.75%. Flavor yang ditambahkan pada yogurt sinbiotik adalah vanila (0.1% dan 0.2%) dan stroberi (1% dan 2%). Berdasarkan uji sensori, yogurt dengan tingkat kesukaan paling tinggi adalah yogurt flavor stroberi 1% dan vanila 0.1%. Analisis karakteristik mutu terhadap yogurt sinbiotik menunjukkan bahwa yogurt yang dihasilkan memenuhi kriteria mutu SNI yogurt 2981-2009. Yogurt stroberi 1% memiliki kandungan air 75.59%, abu 1%, lemak 0.16%, protein 5.79%, dan karbohidrat 17.46%, sedangkan yogurt vanila 0.1% memiliki kandungan air 74.90%, abu 1%, lemak 0.16%, protein 5.88%, dan karbohidrat 18.06%. Kandungan cemaran logam dan mikroba pada yogurt stroberi 1% untuk Pb <0.030 mg/kg, Cu 1.92 mg/kg, Sn <0.010 mg/kg, Hg <0.001 mg/kg, As <0.010 mg/kg, bakteri koliform <3 APM/g, dan Salmonella negatif. Sedangkan pada yogurt vanila 0.1% untuk Pb <0.030 mg/kg, Cu 8.78 mg/kg, Sn <0.010 mg/kg, Hg <0.001 mg/kg, As <0.010 mg/kg, bakteri koliform <3 APM/g, dan Salmonella negatif.

Selama penyimpanan (15 hari, suhu 10°C), yogurt mengalami perubahan mutu yang meliputi penurunan pH dan viabilitas BAL, serta peningkatan TAT dan viskositas. Selama penyimpanan, mutu produk yogurt sinbiotik yang dihasilkan masih sesuai dengan standar SNI 2981-2009 dan masih dapat dikonsumsi.



PRODUCTION OF SYNBiotic YOGURT USING INDIGENOUS LACTIC ACID BACTERIA AS AN ANTIDIARRHEAL FUNCTIONAL FOOD

Roni Septiawan¹, Suliantari¹, Made Astawan¹

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Bogor Agricultural University, IPB Darmaga Campus, PO Box 220, Bogor, West Java, Indonesia
Phone: +62 815 6314 8182, E-mail: roni.septiawan@gmail.com

ABSTRACT

Yoghurt is a product of fermented milk using lactic acid bacteria (LAB) as a starter. An indigenous probiotic LAB, Lactobacillus plantarum 2C12 and Lactobacillus fermentum 2B4, were applied in the making of functional synbiotic yoghurt with fructo-oligosaccharide (FOS) 5% as a prebiotic source. The aim of this study was to determine the best formula of functional synbiotic yoghurt as an alternative to protect human gastrointestinal against diarrhea. The best formula with the highest antidiarrheal effect was then applied with the addition of stabilizer and flavor to improve the product quality and consumer acceptance. The results showed that the synbiotic yogurt made from mixed culture L. bulgaricus, S. thermophilus, and L. fermentum 2B4 has the highest antibacterial effect in preventing Enteropathogenic Escherichia coli (EPEC) growth. Addition of 1.75% natural corn starch as a stabilizer produced optimum improvement in yoghurt consistency and minimize whey separation. Result of sensory evaluation indicated that the yoghurt with addition of 1% strawberry flavor and 0.1% vanilla flavor were ranked at first and second. Yoghurts could still good to consume after 15 days storage period at the refrigeration temperature (10°C).

Keywords: yoghurt, synbiotic, indigenous, L. fermentum 2B4, antidiarrhea



**PEMBUATAN YOGURT SINBIOTIK MENGGUNAKAN BAKTERI
ASAM LAKTAT INDIGENUS SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL
ANTIDIARE**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan,
Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

RONI SEPTIAWAN

F24060662

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2011



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Judul Skripsi : Pembuatan Yogurt Sinbiotik Menggunakan Bakteri Asam Laktat Indigenus sebagai Pangan Fungsional Antidiare
Nama : Roni Septiawan
NIM : F24060662

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

(Dr. Suliantari, MS)
NIP. 19500928.198003.2.001

(Prof. Dr. Ir. Made Astawan, MS)
NIP.19620202.198703.1.004

Mengetahui :

Plt. Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan,

(Dr. Ir. Nurheni Sri Palupi, M.Si)
NIP. 19610802.198703.2.002

Tanggal Ujian Akhir Sarjana : 21 Juli 2011



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul **Pembuatan Yogurt Sinbiotik Menggunakan Bakteri Asam Laktat Indigenus sebagai Pangan Fungsional Antidiare** adalah hasil karya sendiri dengan arahan Dosen Pembimbing Akademik dan belum diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Bogor, Agustus 2011
Yang membuat pernyataan

Roni Septiawan
F24060662

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik Roni Septiawan, tahun 2011

Hak cipta dilindungi

*Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari
Institut Pertanian Bogor, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, fotokopi,
mikrofilm, dan sebagainya.*



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sukabumi pada tanggal 17 September 1990. Penulis adalah anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan Pri Agus Suryono dan Aam Nurhayati. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar pada tahun 2002 di SDN Cisaat Gadis, Sukabumi, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama melalui program akselerasi di SMPN 1 Kota Sukabumi hingga tahun 2004. Penulis kemudian menamatkan pendidikan menengah atas di SMAN 3 Kota Sukabumi pada tahun 2006, juga melalui program akselerasi. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) pada tahun 2006. Pada tahun 2007, penulis kemudian memilih mayor Teknologi Pangan di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.

Selama menjalani studi di Institut Pertanian Bogor, penulis aktif di berbagai kegiatan dan organisasi kemahasiswaan, diantaranya menjadi Vice Manager Divisi Musik UKM Music Agriculture X-expression!! (MAX!!) IPB pada tahun 2008-2009 dan General Manager UKM MAX!! IPB pada tahun 2009-2010. Penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan, seperti “Launching Album Kompilasi MAX!! IPB vol. 2” tahun 2008, “Masa Perkenalan Departemen ITP (BAUR)” tahun 2008, “Fateta Art and Technology (TETRANOLOGY)” tahun 2008, “Erasmus Huis : Boi Akih Concert” tahun 2008, “Workshop HMPPI” tahun 2008, “Pelatihan ISO 9001 dan 22000” tahun 2009, “Erasmus Huis : Mike del Ferro Trio Concert” tahun 2009, dan “Fieldtrip Together to Java and Bali ITP” tahun 2010. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum dalam pelaksanaan mata kuliah Praktikum Mikrobiologi Pangan tahun 2010. Sebagai tugas akhir, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pembuatan Yogurt Sinbiotik Menggunakan Bakteri Asam Laktat Indigenus sebagai Pangan Fungsional Antidiare” di bawah bimbingan Dr. Suliantari, MS dan Prof. Dr. Ir. Made Astawan, MS.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB dengan judul “Pembuatan Yogurt Sinbiotik Menggunakan Bakteri Asam Laktat Indigenus sebagai Pangan Fungsional Antidiare”. Penelitian dan penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penghargaan dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Suliantari, MS, selaku dosen pembimbing pertama atas bimbingan dan nasehat dalam menyelesaikan studi di Ilmu dan Teknologi Pangan, IPB.
2. Prof. Dr. Ir. Made Astawan, MS, atas kesediaannya sebagai dosen pembimbing kedua serta bantuan dana, nasehat, dan arahan selama penelitian.
3. Dian Herawati, STP, M.Si, atas kesediaannya sebagai dosen penguji serta masukan dan nasehatnya.
4. Seluruh staf pengajar Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, IPB atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat.
5. Kedua orang tua tercinta dan kedua adik tersayang, Risa dan Riko, serta seluruh keluarga besar atas segala doa, semangat, nasehat, kasih sayang, dan motivasinya.
6. Keempat rekan satu tim penelitian, Sandra, Angga, Septi, dan Yenni, atas segala kerja keras dan doa yang kita lakukan bersama.
7. Dewi Puji Lestari atas perhatian, dukungan, semangat, doa, dan waktunya.
8. Saudara-saudara terbaikku di ITP, Jali, Adit, Erick, Lingga, Hasti, Henni, Yua, Ochi, Bintang, Abe, Ade serta seluruh keluarga ITP 43 yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas kebersamaan, motivasi, dan nasehatnya.
9. Teman-teman dan seluruh teknisi di laboratorium atas bantuan, masukan, dan semangat yang diberikan selama di laboratorium.
10. Saudara satu atap di Al-Hikmah, Reza, Abdul, Ayip, Feri, Rauf, Bryan, Mojo, Bayu, Adrian, Awet, dan di Balio 19, Jali, Lingga, Andi, Budi, Adun, Arif, atas segala keceriaan, semangat, dan doanya.
11. Keluarga besar UKM MAX!! IPB atas doa, arahan, dan motivasinya.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis selama masa studi di Institut Pertanian Bogor yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Bogor, Agustus 2011

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Yogurt	3
2.2 Bakteri Asam Laktat sebagai Probiotik	6
2.2.1 <i>Lactobacillus plantarum</i>	8
2.2.2 <i>Lactobacillus fermentum</i>	9
2.3 Prebiotik	9
3 METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Bahan dan Alat	12
3.2 Metode Penelitian	12
3.2.1 Pembuatan Formula Yogurt Sinbiotik	12
3.2.2 Penentuan Formula Yogurt Sinbiotik Terbaik	14
3.2.3 Penambahan Bahan Penstabil pada Formula Yogurt Sinbiotik Terbaik	14
3.2.4 Penambahan Flavor pada Formula Yogurt Sinbiotik Terbaik	14
3.2.5 Uji Sensori Yogurt Sinbiotik	15
3.2.6 Uji Stabilitas Yogurt Sinbiotik Selama Penyimpanan	15
3.2.7 Analisis Fisik	15
3.2.8 Analisis Kimia	15
3.2.9 Analisis Mikrobiologi	18
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Pembuatan Formula Yogurt Sinbiotik dan Pengukuran Aktivitas Antibakteri Yogurt Sinbiotik	20
4.2 Penambahan Bahan Penstabil pada Yogurt Sinbiotik	22
4.3 Penambahan Flavor dan Karakteristik Sensori Yogurt Sinbiotik	24
4.3.1 Warna dan Aroma Yogurt Sinbiotik	25
4.3.2 Tekstur Yogurt Sinbiotik	25
4.3.3 Rasa Yogurt Sinbiotik	26
4.3.4 Keseluruhan Yogurt Sinbiotik	26
4.3.5 Uji Rangkaing	26
4.4 Karakteristik Mutu Yogurt Sinbiotik	26
4.5 Stabilitas Yogurt Sinbiotik Selama Penyimpanan	28



	Halaman
5 SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Simpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	38

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

 Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Syarat mutu yogurt berdasarkan SNI 2981-2009	5
Tabel 2. Aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC berdasarkan metode kontak	20
Tabel 3. Karakteristik sensori yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	23
Tabel 4. Karakteristik fisik dan kimia yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	23
Tabel 5. Hasil uji karakteristik mutu yogurt	27



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

 Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram alir penelitian yang dilakukan	13
Gambar 2. Penampakan yogurt F3 dengan penstabil	22
Gambar 3. Perubahan nilai pH yogurt selama penyimpanan	28
Gambar 4. Perubahan Total Asam yogurt selama penyimpanan	29
Gambar 5. Viskositas yogurt selama penyimpanan	29
Gambar 6. Viabilitas BAL yogurt selama penyimpanan	30



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC berdasarkan metode kontak	39
Lampiran 2. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC berdasarkan metode kontak	40
Lampiran 3. Data hasil pengukuran nilai pH formula yogurt sinbiotik	41
Lampiran 4. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap nilai pH formula yogurt sinbiotik	41
Lampiran 5. Data hasil pengukuran nilai pH yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	42
Lampiran 6. Data hasil pengukuran viskositas yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	42
Lampiran 7. Data hasil pengukuran total asam tertitiasi (TAT) yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	42
Lampiran 8. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap nilai pH yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	43
Lampiran 9. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap total asam tertitiasi (TAT) yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	44
Lampiran 10. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap viskositas yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil	45
Lampiran 11. Kuesioner uji sensori yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor ...	46
Lampiran 12. Data hasil uji rating hedonik terhadap warna yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	47
Lampiran 13. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap warna yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	48
Lampiran 14. Data hasil uji rating hedonik terhadap aroma yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	49
Lampiran 15. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap aroma yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	50
Lampiran 16. Data hasil uji rating hedonik terhadap tekstur yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	51
Lampiran 17. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap tekstur yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	52
Lampiran 18. Data hasil uji rating hedonik terhadap rasa yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	53
Lampiran 19. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap rasa yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	54
Lampiran 20. Data hasil uji rating hedonik terhadap keseluruhan yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	55
Lampiran 21. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap keseluruhan yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	56



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

	Halaman
Lampiran 22. Data hasil uji ranking hedonik terhadap yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	57
Lampiran 23. Rekapitulasi data hasil uji sensori yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor	58



I. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini, yogurt merupakan minuman yang diminati oleh masyarakat Indonesia. Yogurt telah lama diketahui sebagai produk pangan dengan banyak manfaat dan penting bagi kesehatan konsumen. Bakteri yogurt konvensional, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, tidak dapat bertahan di dalam saluran pencernaan sehingga tidak berperan dalam saluran pencernaan manusia (Gilliland 1979 diacu dalam Lourens-Hattingh dan Viljoen 2001).

Mengonsumsi bakteri probiotik melalui produk-produk pangan adalah cara yang baik untuk memperbaiki keseimbangan mikroflora usus (Lourens-Hattingh dan Viljoen 2001). Mikroba probiotik umumnya dimasukkan ke dalam makanan fermentasi berbasis susu seperti yogurt. Susu memiliki kadar air yang tinggi, pH netral, dan kandungan nutrisi yang tinggi sehingga susu banyak dipilih sebagai media fermentasi yang sangat baik untuk pertumbuhan berbagai mikroorganisme (Rahman *et al.* 1992). Yogurt merupakan salah satu produk aplikasi yang baik sebagai media untuk memasukkan probiotik ke dalam tubuh. Oleh karena itu, ke dalam yogurt perlu ditambahkan bakteri probiotik yang mampu bertahan hidup, berkembang biak, berkompetisi dalam hal adhesi dan substrat fermentasi, serta mengeluarkan zat antimikroba dalam saluran pencernaan manusia, sehingga dapat menjaga keseimbangan mikroflora usus.

Untuk menambah nilai fungsional dari yogurt, perlu ditambahkan mikroba probiotik. Dari hasil penelitian Arief *et al.* (2008), bakteri asam laktat (BAL) yang diisolasi dari daging sapi di beberapa pasar tradisional wilayah Bogor, yaitu *Lactobacillus plantarum* 2C12 dan *Lactobacillus fermentum* 2B4, berpotensi sebagai probiotik. Untuk menghasilkan yogurt dengan mutu baik yang dihasilkan dari kedua probiotik tersebut, maka diperlukan formulasi yang sesuai sehingga yogurt yang dihasilkan tetap dapat diterima dan disukai konsumen.

Prebiotik adalah suatu bahan pangan yang tidak dapat dicerna di sepanjang saluran pencernaan manusia, namun bermanfaat dalam menunjang pertumbuhan atau aktivitas bakteri baik di usus. Probiotik dan prebiotik dapat memberikan manfaat yang sinergis bagi kesehatan sehingga lebih maksimal dalam menjaga keseimbangan mikroflora saluran pencernaan. Prebiotik dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri baik dalam saluran pencernaan maupun selama proses fermentasi susu (Chen *et al.* 2003). Dengan demikian, keberadaan probiotik dan prebiotik dalam bentuk yogurt sinbiotik tersebut diharapkan dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen dan menjaga keseimbangan mikroflora usus dengan lebih baik.

Salah satu gangguan saluran pencernaan (*gastroenteritidis*) yang sering terjadi di Indonesia adalah diare. Bakteri penyebab infeksi *gastroenteritidis* yang utama adalah family Enterobacteriaceae yang meliputi koliform, khususnya *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, dan *Yersinia*. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian aktivitas penghambatan yogurt terhadap salah satu bakteri penyebab diare untuk mengetahui kemampuan dari yogurt tersebut sebagai antidiare.

Selain itu, untuk meningkatkan kualitas dan meningkatkan variasi produk yogurt yang dihasilkan, maka dilakukan juga penambahan bahan penstabil dan flavor sehingga diharapkan dapat meningkatkan daya terima konsumen terhadap yogurt tersebut. Analisis untuk mengetahui karakteristik mutu yogurt sinbiotik yang dihasilkan juga diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan pembuatan yogurt sinbiotik, khususnya yogurt sinbiotik dari BAL indigenus.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan dua bakteri asam laktat probiotik indigenus yang diisolasi dari daging sapi di beberapa pasar tradisional wilayah Bogor, yaitu *Lactobacillus plantarum* 2C12 dan *Lactobacillus fermentum* 2B4, dalam pembuatan yogurt sinbiotik fungsional yang memiliki sifat sebagai antidiare, menentukan formula yogurt sinbiotik terpilih dengan karakteristik fisikokimia terbaik, mengaplikasikan penambahan bahan penstabil dan flavor pada yogurt, serta menguji karakteristik mutu yogurt sinbiotik formula terpilih yang meliputi mutu sensori, fisik, kimia, mikrobiologi, dan stabilitas selama penyimpanan.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu formula yogurt sinbiotik yang disukai secara sensori dan kandungan gizinya. Hasil ini diharapkan dapat menjadi pangan alternatif untuk menjaga kesehatan saluran pencernaan manusia. Informasi dan data mengenai yogurt sinbiotik diharapkan dapat dimanfaatkan oleh institusi, akademisi, maupun industri, baik rumah tangga, kecil, ataupun menengah.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 YOGURT

Yogurt adalah minuman fermentasi yang dibuat dari susu segar dan atau susu skim dengan menggunakan bakteri asam laktat sebagai starter. Menurut Standar Nasional Indonesia (2009), yogurt merupakan produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Yogurt yang berupa minuman cair kental dengan rasa asam (dari akumulasi asam laktat) dan flavor yang khas (dari komponen asetaldehida, sejumlah kecil diasetil, aseton, asetoin, dan sebagainya) merupakan hasil dari aktivitas starter bakteri (bakteri asam laktat atau BAL) dalam fermentasi susu.

Yogurt dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam tubuh, seperti *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC). Mekanisme penghambatan yogurt terhadap EPEC adalah dengan menurunkan pH lingkungan pertumbuhan EPEC. Asam organik yang dihasilkan oleh BAL dapat menurunkan pH hingga kurang dari 4 sehingga pertumbuhan *Escherichia coli* enteropatogenik dapat terhambat. Selain itu, BAL juga menghasilkan senyawa antibakteri seperti H₂O₂ dan bakteriosin yang menghambat pertumbuhan EPEC tersebut (Lourens-Hattingh dan Viljoen 2001).

Proses pembuatan yogurt secara umum terdiri atas empat langkah dasar, yaitu pemanasan, inokulasi, inkubasi, dan pendinginan. Pemanasan yang dilakukan pada susu sebelum diinokulasi kultur dilakukan pada suhu 80-85°C selama 15-30 menit. Tujuan dari proses pemanasan ini adalah untuk membunuh mikroba awal dalam susu yang tidak diinginkan sehingga kultur yogurt dapat tumbuh secara optimum, menguapkan sebagian air dan membebaskan sebagian oksigen sehingga menciptakan kondisi anaerobik bagi kultur selama fermentasi, memecah beberapa komponen susu, dan mendenaturasi serta mengkoagulasi albumin dan globulin susu (Rahman *et al.* 1992). Inokulasi starter dilakukan setelah susu didinginkan kembali hingga suhu 37°C. Penurunan suhu sebaiknya dilakukan secara cepat dan langsung diinokulasikan dengan kultur yogurt. Hal ini berkaitan dengan suplai oksigen yang dapat mempengaruhi pertumbuhan kultur yogurt yang bersifat anaerob fakultatif (Nakazawa dan Hosono 1992). Proses inkubasi yogurt dapat dilakukan pada berbagai kombinasi suhu dan waktu. Proses inkubasi yogurt biasanya dilakukan pada suhu antara 35-46°C dengan kisaran waktu mulai dari 3 sampai 24 jam. Kombinasi suhu dan waktu inkubasi yang berbeda memberikan hasil karakteristik yogurt yang berbeda (Lee dan Lucey 2004). Pendinginan merupakan proses akhir pembuatan yogurt yang berfungsi untuk menghentikan fermentasi atau inaktivasi kultur starter dengan cara didinginkan hingga suhu 5-10°C (Tamime dan Robinson 2007).

Bakteri asam laktat yang sering digunakan sebagai starter yogurt adalah *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Menurut Vedamuthu (1979), *S. thermophilus* adalah bakteri berbentuk kokus dan *L. bulgaricus* berbentuk batang. *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* menunjukkan hubungan simbiosis selama proses fermentasi yogurt, dengan rasio perbandingan jumlah tiap spesies berubah secara konstan (Radke-Mitchell dan Sandine 1984).

Pada awal inkubasi, *S. thermophilus* tumbuh cepat dan mendominasi fermentasi dengan memanfaatkan asam amino esensial yang dihasilkan oleh *L. bulgaricus*. *S. thermophilus* memproduksi asam laktat yang menurunkan pH hingga mencapai pH optimal bagi pertumbuhan *L.*

bulgaricus. Setelah pH mencapai 4.2-4.4, pertumbuhan bakteri *S. thermophilus* terhambat sehingga *L. bulgaricus* kemudian mendominasi fermentasi dan melanjutkan produksi asam laktat.

Perbandingan yang baik antara *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* adalah 1:1 dengan konsentrasi starter 2% dari volume susu. Flavor khas yogurt disebabkan oleh asam laktat dan sisa-sisa asetaldehida, diasetil, asam asetat dan bahan-bahan mudah menguap lainnya yang dihasilkan oleh fermentasi bakteri. *L. bulgaricus* adalah penyebab utama terbentuknya asetaldehida yang menyebabkan flavor tajam khas yogurt (Buckle *et al.* 1987).

Namun, ternyata bakteri-bakteri asam laktat tersebut belum cukup untuk menjaga kesehatan saluran pencernaan karena tidak mampu bertahan dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri-bakteri tersebut tidak tahan terhadap asam lambung dan garam empedu sehingga tidak mampu melewati usus dalam keadaan hidup (Gilliland 1979 diacu dalam Lourens-Hattingh dan Viljoen 2001). Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan penambahan bakteri probiotik yang mampu bertahan hidup, berkembang biak, berkompetisi dalam hal adhesi dan substrat fermentasi serta mengeluarkan zat antimikroba dalam saluran pencernaan manusia sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen.

Sinbiotik adalah campuran probiotik dan prebiotik yang bermanfaat terhadap inang dengan memperbaiki sistem kekebalan tubuh dan menambah suplemen pangan berupa mikroba hidup di dalam saluran pencernaan (Andersson *et al.* 2001). Yogurt sinbiotik merupakan salah satu produk susu fermentasi yang dibuat menggunakan campuran beberapa kultur bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, dan *Bifidobacterium bifidum*, yang dikombinasikan dengan prebiotik seperti fruktooligosakarida (FOS). Kombinasi probiotik (bakteri asam laktat) dan prebiotik dapat meningkatkan daya tahan bakteri probiotik karena substrat yang spesifik telah tersedia untuk difermentasi sehingga tubuh mendapat manfaat yang lebih sempurna dari kombinasi ini (Zhang dan Ghosh 2001).

Parameter mutu yogurt dapat dikelompokkan berdasarkan sifat fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik seperti terlihat pada **Tabel 1**. Karakteristik fisik dan organoleptik yogurt yang baik menurut SNI (**Tabel 1**) adalah memiliki tekstur berupa cairan kental padat dengan konsistensi homogen serta memiliki bau dan rasa asam khas yogurt. Jumlah bakteri starter yang terkandung pada yogurt menurut SNI harus mencapai minimal 10^7 koloni/g. Regulasi ini dapat berbeda-beda di tiap negara walaupun jumlah tersebut telah diterima secara luas. Di Jepang, standar untuk jumlah bakteri starter yang terkandung adalah minimal 10^7 koloni/ml, Swiss Food Regulation mensyaratkan minimal 10^6 koloni/g, sedangkan Spanish Yogurt Quality Standard mensyaratkan minimal 10^7 koloni/ml (Salvador dan Fiszman 2004).

Jenis-jenis yogurt dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, seperti berdasarkan kandungan lemak, cara pembuatan, flavor dan proses yang dilakukan terhadap yogurt pasca inkubasi (Rahman *et al.* 1992). Sesuai SNI (**Tabel 1**), yogurt dikelompokkan berdasarkan kandungan lemaknya menjadi tiga jenis, yaitu yogurt berkadar lemak penuh (minimal 3%), yogurt rendah lemak (0.6-2.9%), dan yogurt tanpa lemak (maksimal 0.5%). Berdasarkan perlakuan pasca inkubasi, yogurt dapat dibedakan menjadi yogurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi dan yogurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi. Pada umumnya, yogurt tidak diberi perlakuan panas seperti pasteurisasi setelah proses fermentasi berlangsung. Yogurt yang diberi perlakuan panas setelah fermentasi bertujuan untuk mematikan bakteri dalam yogurt dan memperpanjang masa simpannya. Yogurt jenis ini dikenal juga sebagai *death yogurt* karena kultur bakteri yogurt telah mati akibat pemanasan (Helferich dan Westhoff 1980).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 1. Syarat mutu yogurt berdasarkan SNI 2981-2009

No.	Kriteria Uji	Satuan	Yogurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yogurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yogurt	Yogurt rendah lemak	Yogurt tanpa lemak	Yogurt	Yogurt rendah lemak	Yogurt tanpa lemak
1	Kedaaan							
1.1	Penampakan	-	cairan kental – padat			cairan kental - padat		
1.2	Bau	-	normal/khas			normal/khas		
1.3	Rasa	-	asam/khas			asam/khas		
1.4	Konsistensi	-	homogen			homogen		
2	Kadar lemak (b/b)	%	min. 3.0	0.6 - 2.9	maks. 0.5	min. 3.0	0.6 - 2.9	maks. 0.5
3	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%		min. 8.2			min. 8.2	
4	Protein (Nx6.38) (b/b)	%		min. 2.7			min. 2.7	
5	Kadar abu (b/b)	%		maks. 1.0			maks. 1.0	
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%		0.5 - 2.0			0.5 - 2.0	
7	Cemaran logam							
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg		maks. 0.3			maks. 0.3	
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg		maks. 20.0			maks. 20.0	
7.3	Timah (Sn)	mg/kg		maks. 40.0			maks. 40.0	
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg		maks. 0.03			maks. 0.03	
8	Arsen	mg/kg		maks. 0.1			maks. 0.1	
9	Cemaran mikroba							
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g atau koloni/g		maks. 10			maks. 10	
9.2	Salmonella	-		negatif/25 g			negatif/25 g	
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	-		negatif/25 g			negatif/25 g	
10	Jumlah bakteri starter*	koloni/g		min. 10 ⁷			-	

* sesuai dengan Pasal 2 (istilah dan definisi)
Sumber : BSN 2009

Berdasarkan cara pembuatannya, yogurt dibagi menjadi dua tipe yaitu *set yogurt* dan *stirred yogurt*. Perbedaan keduanya terletak pada sistem pembuatan dan struktur fisik koagulum yang terbentuk. Tipe *set yogurt* adalah yogurt yang proses inkubasinya dilakukan dalam kemasan tertentu, sedangkan *stirred yogurt* diinkubasikan dalam wadah yang besar dan dilakukan pengadukan baru kemudian dikemas ke dalam kemasan – kemasan yang lebih kecil (Helferich dan Westhoff, 1980). *Stirred* yogurt memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan *set* yogurt akibat proses pengadukan yang menyebabkan perubahan sifat koagulum dan viskositas yogurt tersebut (Tamime dan Robinson 2007). Menurut Muchtadi dan Sugiyono (1992), viskositas atau kekentalan merupakan salah satu sifat reologi paling penting dalam produk yogurt. Sifat ini menggambarkan besarnya hambatan atau resistensi suatu cairan terhadap aliran dan pengadukan. Berdasarkan kekentalannya,

dikenal dua macam yogurt, yaitu *drink* yogurt dan *pudding* yogurt. *Drink* yogurt bersifat agak encer, sedangkan *pudding* yogurt bersifat padat hingga menyerupai *pudding/jelly*.

Berdasarkan flavornya, yogurt dibedakan menjadi *plain* yogurt atau *natural* yogurt, yaitu yogurt yang tidak ditambah flavor sehingga memiliki aroma dan rasa asam yang khas dan sangat tajam, sedangkan *flavoured* yogurt atau *fruit* yogurt merupakan yogurt yang ditambah dengan flavor (Rahman, dkk., 1992). Perbedaan antara *flavoured* yogurt dan *fruit* yogurt adalah bahwa pada *fruit* yogurt menggunakan flavor dari produk buah-buahan, sedangkan *flavoured* yogurt menggunakan flavor sintetik.

2.2 BAKTERI ASAM LAKTAT SEBAGAI PROBIOTIK

Probiotik berasal dari bahasa Yunani yang berarti '*for life*' atau 'untuk kehidupan' dan memiliki berbagai definisi lain pada masa lalu. Menurut Fuller (1989), probiotik merupakan sediaan sel mikroba hidup yang memiliki pengaruh menguntungkan terhadap inangnya dengan meningkatkan keseimbangan mikroflora saluran pencernaan inangnya tersebut. Menurut Salminen *et al.* (1998) dan Tamime *et al.* (2005), probiotik didefinisikan sebagai sediaan sel mikroba hidup atau komponen dari sel mikroba yang memiliki efek yang menguntungkan terhadap kesehatan dan kehidupan inangnya. Menurut FAO (2006), probiotik adalah mikroorganisme hidup yang ketika diberikan (diatur) atau dikonsumsi dalam jumlah yang cukup sebagai bagian dari pangan memberikan manfaat kesehatan pada inangnya. Mikroba probiotik umumnya dimasukkan ke dalam pangan fermentasi yang berbasis susu. Alasannya adalah produk susu fermentasi seperti yogurt telah dikenal sebagai pangan yang menyehatkan.

Probiotik dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mengobati infeksi saluran pencernaan dan mencegah diare. Hal ini disebabkan karena probiotik dapat memberikan manfaat bagi inangnya terutama terhadap pencegahan dari infeksi intestinal (Commane *et al.* 2005). Menurut Commane *et al.* (2005), probiotik dapat memberikan efek lain terhadap inangnya seperti menekan alergi, mengontrol kadar kolesterol darah, mengatur fungsi imun, dan mencegah kanker kolon (Commane *et al.* 2005). Adanya persaingan probiotik dan bakteri patogen dalam hal adhesi dan substrat fermentasi dalam saluran pencernaan, serta pengeluaran senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen merupakan salah satu klaim kesehatan yang paling penting dari bakteri probiotik (Rinkinen *et al.* 2003). Menurut Fuller (1989) di dalam Lourens-Hattingh dan Viljoen (2001), manfaat dari probiotik antara lain menjaga keseimbangan mikroflora saluran pencernaan, meningkatkan sistem imun, mengurangi keluhan malabsorpsi laktosa atau *lactose intolerance*, mengurangi tingkat serum kolesterol, memiliki aktivitas antikarsinogenik, dan meningkatkan nilai nutrisi pangan. Selain itu, probiotik juga memiliki efek terapi untuk mencegah infeksi saluran kandung kemih, mengurangi konstipasi, mencegah berbagai macam diare, mencegah *hypercholestromia*, mencegah kanker kolon, dan mencegah osteoporosis.

Menurut Commane *et al.* (2005), beberapa penelitian *in vivo* mengenai manfaat probiotik sebagai antikarsinogenik dan antikanker menunjukkan bahwa berbagai strain probiotik dari genus *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* dapat melindungi berbagai organ saluran pencernaan dari sel tumor. Selain itu, sebagian besar hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa probiotik yang dikombinasikan dengan prebiotik sebagai sinbiotik diketahui memiliki peningkatan efek antikarsinogenik yang signifikan dalam mencegah terjangkitnya saluran pencernaan oleh sel kanker.

Mekanisme probiotik dalam mengatur mikroflora saluran pencernaan antara lain akibat adanya kompetisi dengan mikroflora usus, produksi senyawa antibakteri seperti bakteriosin untuk mengontrol pertumbuhan mikroflora lainnya, dan juga produksi asam laktat serta asam-asam lainnya sehingga pH turun dan mengatur aktivitas enzim (Commane *et al.* 2005). Probiotik seperti *L.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

acidophilus dan *B. bifidum* diketahui memiliki efek penghambatan terhadap berbagai bakteri patogen dalam pangan dan kontrol terhadap pencegahan infeksi saluran pencernaan (Lourens-Hattingh dan Viljoen 2001).

Menurut Lourens-Hattingh dan Viljoen (2001), mekanisme penghambatan bakteri patogen oleh probiotik *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria* disebabkan oleh :

- adanya produksi senyawa penghambat pertumbuhan patogen dan antimikroba seperti asam-asam organik, hidrogen peroksida, bakteriosin, antibiotik, dan *deconjugated bile acids*;
- perannya sebagai kompetitor antagonis seperti persaingan dalam hal adhesi dan nutrisi;
- menstimulasi sistem kekebalan tubuh.

Produksi asam organik oleh bakteri probiotik menyebabkan penurunan pH dan merubah potensial reduksi-oksidasi pada saluran pencernaan sehingga menghasilkan efek antimikroba. Kombinasi asam organik dengan jumlah oksigen yang terbatas dalam saluran pencernaan terutama akan menyebabkan penghambatan terhadap bakteri patogen Gram negatif seperti bakteri koliform (Sandine 1979). *Bifidobacteria* memproduksi asam asetat dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan asam laktat. Asam asetat memiliki efek penghambatan yang lebih kuat dibanding asam laktat (Rasic 1983). Probiotik dapat mencegah kolonisasi bakteri yang membahayakan dengan menciptakan kondisi lingkungan yang tidak memungkinkan bagi pertumbuhan bakteri patogen tersebut karena adanya senyawa antimikroba dan juga probiotik lebih efektif dalam penempelan di saluran pencernaan maupun dalam penyerapan nutrisi-nutrisi esensial (Sandine 1979; Gurr 1987). Konsumsi probiotik secara teratur dapat meningkatkan respon imun pada manusia (Rasic 1983).

Mekanisme potensial aktivitas antikarsinogenik dari probiotik antara lain disebabkan perannya sebagai antigenotoksisitas, penghambatan enzim saluran kolon, mengontrol pertumbuhan bakteri yang berpotensi membahayakan, interaksi dengan sel-sel kolon, menstimulasi sistem imun, dan produksi metabolit aktif (Commene *et al.* 2005). Efek probiotik sebagai antitumor disebabkan oleh adanya penghambatan terhadap zat karsinogen maupun prokarsinogen, dan juga menghambat bakteri yang mampu merubah zat prokarsinogen menjadi karsinogen, serta mengaktifkan sistem imun inang (Gilliland 1989; Gorbach *et al.* 1987; Rasic 1983). Berbagai studi *in vivo* menunjukkan bahwa konsumsi yogurt dan susu fermentasi yang mengandung probiotik dapat menghambat pembentukan dan proliferasi sel kanker/tumor (Kailasapathy dan Rybka 1997).

Probiotik yang baik untuk diaplikasikan pada suatu produk pangan harus dapat mempertahankan viabilitasnya dari pengaruh proses pengolahan serta tidak menimbulkan efek negatif terhadap karakteristik sensori dari produk pangan tersebut. Probiotik tersebut juga harus stabil selama masa penyimpanan produk sehingga manfaat dari proiotik tersebut tetap terjaga ketika akan dikonsumsi (Songisepp *et al.* 2004). Selain itu, probiotik tersebut juga harus mudah diproduksi dan mampu tumbuh dalam sistem produksi skala besar (Salminen *et al.* 2004).

Jumlah minimal sel probiotik yang dapat memberikan efek kesehatan masih kontroversial. Menurut Kailasapathy dan Rybka (1997) dosis konsumsi probiotik adalah harus mencapai lebih dari 10^7 dan 10^8 cfu/ml, sedangkan menurut Farida (2005) minimum 10^5 sel hidup setiap gram atau ml produk. Dosis tersebut dipengaruhi oleh jenis makanan dan strain yang digunakan (Rahayu 2004).

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri yang telah dikenal sebagai probiotik. BAL adalah bakteri Gram positif yang bersifat mikroaerofilik, tidak berspora, dan mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam laktat. Penggunaan BAL sebagai probiotik (nonpatogen, mikroorganisme turunan inang yang bermanfaat bagi inang dengan memperbaiki keseimbangan mikrobial yang sesuai) bermanfaat untuk memperbaiki dan mempertahankan kesehatan (Reid 2000). Beberapa jenis BAL diketahui efektif dalam menghambat pertumbuhan berbagai jenis mikroba patogen seperti

Staphylococcus aureus, *E. coli*, *S. typhimurium*, *P. aeruginosa*, *K. pneumonia*, dan *L. monocytogenes* (Commans *et al.* 2005).

Lactobacillus dan *Bifidobacterium* merupakan genus utama yang digunakan, tetapi tidak selalu, sebagai mikroorganisme probiotik dan pangan probiotik yang tersedia bagi konsumen (Macfarlane *et al.* 1999; FAO 2006). Menurut Seveline (2005), untuk dapat bersifat sebagai probiotik, BAL harus memenuhi beberapa syarat, yaitu:

1. Tahan terhadap asam, terutama asam lambung dengan pH antara 1,5-2,0 (kondisi tidak makan) dan pH 4,0-5,0 (sehabis makan).
2. Stabil terhadap garam empedu dan mampu bertahan hidup selama berada dalam usus kecil.
3. Memproduksi senyawa antimikroba seperti asam laktat, hidrogen peroksida, dan bakteriosin.
4. Mampu menempel pada sel usus manusia, dapat membentuk koloni, memiliki aktivitas antagonis terhadap patogen, mampu mengatur sistem daya tahan tubuh, dan mempercepat penyembuhan infeksi.
5. Tumbuh baik dan berkembang dalam saluran pencernaan.
6. Dapat berkoagregasi (kemampuan untuk berinteraksi antarkultur untuk saling menempel) membentuk lingkungan mikroflora yang normal dan seimbang.
7. Aman dikonsumsi oleh manusia.

BAL memiliki peranan yang penting dalam kehidupan manusia karena BAL memiliki kemampuan untuk menghasilkan makanan fermentasi dan dapat hidup di dalam saluran pencernaan. BAL dapat menghasilkan asam laktat dan senyawa-senyawa tertentu lainnya (asam organik, hidrogen peroksida, karbondioksida, diasetil, reuterin, dan bakteriosin) yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain yang tidak dikehendaki. Kemampuan BAL untuk hidup di dalam saluran pencernaan, dapat menekan pertumbuhan bakteri enterik patogen (EPEC) sehingga bermanfaat untuk menjaga kesehatan tubuh (saluran pencernaan). Oleh karena itu, BAL sangat berpotensi sebagai probiotik.

2.2.1 *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum adalah bakteri Gram positif yang memproduksi asam laktat dan hidup pada berbagai lingkungan yang berbeda, termasuk pada beberapa pangan dan saluran pencernaan manusia (EBI 2010). *L. plantarum* berbentuk batang, tidak berspora, nonmotil, dan termasuk heterofermentatif fakultatif (Ma'rifah 2008). *L. plantarum* merupakan bakteri yang bersifat aerotoleran yang dapat tumbuh pada suhu 15°C, tetapi tidak dapat tumbuh pada suhu 45°C (Wikipedia 2010). *L. plantarum* adalah spesies yang penting dalam fermentasi berbagai produk sayuran dan daging. *L. plantarum* juga diketahui memproduksi senyawa antimikroba, seperti *plantaricin*, yang aktif dalam melawan bakteri patogen (Son *et al.* 2009).

Menurut Liong (2007), strain *L. plantarum* dapat menginduksi pelepasan sitokin dari donor manusia sehat melalui leukosit darah perifer mononuklear dan meningkatkan produksi interleukin-10 (IL-10) oleh makrofag dan sel T dari mukosa usus. Menurut Lee dan Salminen (2009), *L. plantarum* dapat meningkatkan masa penyembuhan pasien infeksi bakteri enterik dengan cara menguatkan fungsi proteksi mukosa usus melalui pencegahan kolonisasi bakteri patogen. *L. plantarum* juga dapat membantu menghasilkan *lactolin* yang merupakan antibiotik alami, membasmi patogen dari makanan fermentasi, meningkatkan jumlah sel sistem kekebalan, dan mensintesis asam amino antiviral (L-lisin).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

2.2.2 *Lactobacillus fermentum*

Lactobacillus fermentum adalah bakteri Gram positif yang umumnya ditemukan pada bahan tumbuhan dan hewan fermentasi (Wikipedia 2010). *L. fermentum* merupakan bakteri yang tidak membentuk spora dan bersifat heterofermentatif (Songisepp *et al.* 2004). Kullisaar *et al.* (2003) melaporkan bahwa konsumsi susu fermentasi yang mengandung *L. fermentum* menunjukkan efek antioksidatif dan antiaterogenik. Sementara itu, menurut Reid (2000), strain *L. fermentum* dapat memproduksi hidrogen peroksida yang berperan sebagai senyawa antimikroba.

Menurut Zoumpopoulou *et al.* (2008), *L. fermentum* menunjukkan potensi sebagai probiotik karena memiliki aktivitas mikrobial dan immunomodulator yang diuji secara *in vitro* maupun *in vivo* menggunakan tikus percobaan. *L. fermentum* memiliki efek antimikroba yang tinggi terhadap patogen seperti EPEC, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, dan *Shigella sonnei* (Songisepp *et al.* 2004). Bao *et al.* (2010) menyatakan bahwa *L. fermentum* memiliki karakteristik probiotik yang potensial karena memiliki ketahanan terhadap pH rendah serta mampu menstimulasi enzim pada saluran pencernaan dan menstimulasi pengeluaran garam empedu.

2.3 PREBIOTIK

Dewasa ini, tren konsumsi probiotik terutama dalam produk fermentasi susu di seluruh dunia mengalami peningkatan. Penambahan probiotik ini tidak hanya dilakukan untuk mendapatkan efek kesehatan yang diinginkan, tetapi juga untuk mengembangkan variasi produk yang dapat diformulasikan dengan probiotik (Liu *et al.* 2002 di dalam Chen *et al.* 2003). Selain dengan melakukan suplementasi probiotik langsung ke dalam pangan, dilakukan juga pendekatan lain guna meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan dalam saluran pencernaan manusia melalui konsumsi bahan yang dapat meningkatkan pertumbuhan probiotik itu sendiri, yaitu dengan mengonsumsi prebiotik (Holzapfel dan Schillinger 2002).

Prebiotik didefinisikan oleh Gibson dan Robertfroid (1995) sebagai suatu bahan pangan yang tidak dapat dicerna yang memberikan manfaat positif bagi tubuh inangnya karena secara selektif mampu menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas bakteri dalam kolon. Menurut FAO (2007), prebiotik merupakan komponen pangan yang nonviabel yang memberikan manfaat kesehatan pada inangnya terkait dengan pengaturan mikrobiota. Prebiotik merupakan karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan usus manusia, tetapi menguntungkan terhadap bakteri kolon dengan cara meningkatkan pertumbuhan dan keaktifan satu jenis atau lebih bakteri baik yang berada dalam kolon (Winarno 2003). Contoh prebiotik antara lain pati resisten, polisakarida nonpati (pektin, selulosa, guar, dan xylan), gula, dan oligosakarida (laktosa, laktulosa, rafinosa, stakiosa, dan fruktooligosakarida).

Untuk dapat diklasifikasikan sebagai prebiotik, suatu bahan pangan harus tidak dapat dihidrolisis atau tidak dapat diserap di dalam saluran pencernaan atas sehingga dapat mencapai kolon tanpa perubahan struktur atau disekresikan dalam feses, kemudian dapat difermentasi secara selektif oleh sejumlah terbatas bakteri yang berpotensi menguntungkan di dalam kolon sehingga mengubah komposisi mikrobiota kolon menjadi koloni yang lebih menyehatkan bagi inang (Franck 2008). Menurut FAO (2007), untuk mengklasifikasikan suatu produk pangan sebagai prebiotik ada empat langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. Karakterisasi komponen prebiotik, untuk mengetahui sumber, asal-usul, komposisi kimia, struktur, dan kemurniannya.
2. Karakterisasi fungsional, dilakukan baik secara *in vitro* maupun pada hewan percobaan untuk mengetahui efek modulasi mikrobiota atau efek bifidogeniknya.

3. Kualifikasi, untuk mengetahui keuntungan atau dampak lain yang berkaitan dengan kesehatan fisiologis maupun efektifitasnya dibandingkan kontrol.
4. Pengujian keamanan, untuk memastikan produk atau bahan tersebut aman dikonsumsi.

Manfaat prebiotik terhadap kesehatan antara lain menghambat patogen, meningkatkan penyerapan kalsium, melindungi dari kanker kolon, menurunkan kolesterol, dan meningkatkan imunitas (Gibson dan Roberfroid 1995; Manning *et al.* 2004). Mekanisme penghambatan patogen oleh prebiotik terbagi menjadi dua, yaitu secara langsung dan tidak langsung (Rastall *et al.* 2005). Penghambatan patogen oleh prebiotik secara langsung adalah karena prebiotik dapat mem-blok sisi reseptor pelekatan patogen pada mukosa usus, sehingga patogen tidak dapat melekat pada mukosa usus. Penghambatan patogen oleh prebiotik secara tidak langsung adalah karena prebiotik dapat meningkatkan pertumbuhan probiotik seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*. Asam laktat dan asam organik lain yang diproduksi oleh bakteri tersebut diketahui memiliki sifat penghambatan terhadap bakteri patogen.

Peranan prebiotik dalam meningkatkan penyerapan kalsium adalah karena BAL dapat memfermentasi prebiotik dan menghasilkan asam lemak rantai pendek (SCFA) yang menyebabkan penurunan pH dinding mukosa usus. Nilai pH rendah tersebut meningkatkan kelarutan dan penyerapan kalsium di dalam usus (Ouweland *et al.* 1999). Mekanisme prebiotik dalam melindungi dari kanker kolon adalah dengan cara memproduksi metabolit yang bersifat protektif (butirat dapat menstimulasi apoptosis sel kanker kolon dan berperan sebagai bahan bakar untuk kesehatan sel-sel kolon) dan membuat metabolisme bakterial di dalam kolon menghasilkan produk akhir yang tidak berbahaya (Gibson dan Roberfroid 1995; Reddy 1999).

Mekanisme prebiotik dalam menurunkan kolesterol juga ada kaitannya dengan fungsi utama prebiotik yang dapat meningkatkan BAL. BAL dapat memproduksi enzim BSH (*Bile Salt Hydrolase*) yang menghasilkan asam empedu terdekonyugasi dalam bentuk asam kholat bebas yang kurang diserap oleh usus halus dibanding asam empedu terkonyugasi. Asam-asam empedu membentuk garam empedu. Dekonyugasi garam empedu akan lebih mudah terbuang melalui feses. Hal ini mengakibatkan semakin banyak kolesterol yang dibutuhkan untuk membentuk garam empedu lagi sehingga kadar kolesterol dalam serum darah menurun. BAL juga dapat mengikat kolesterol dalam usus halus sebelum kolesterol diserap oleh tubuh (Marlis 2008). Prebiotik juga secara tidak langsung dapat memberikan efek imunologi. Bakteri asam laktat yang dapat menggunakan prebiotik dapat menstimulasi sejumlah sel yang terlibat dalam respon imun spesifik (Gibson dan Roberfroid 1995).

Analisis secara *in vitro* dan *in vivo* menunjukkan bahwa prebiotik tidak dicerna oleh enzim, tetapi difermentasi oleh bakteri anaerob dalam usus besar. Prebiotik yang telah difermentasi dalam usus besar menghasilkan asam lemak rantai pendek, menstimulasi pertumbuhan berbagai bakteri termasuk *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria*, serta dapat menghasilkan gas. Fortifikasi menggunakan *Bifidobacteria* atau *Lactobacilli* (probiotik) dengan prebiotik dapat memperbaiki efek perlindungan usus besar terhadap berbagai mikroorganisme patogen dalam usus (Wang 2009).

Menurut Franck (2008), inulin, oligofruktosa atau fruktooligosakarida, dan galaktooligosakarida telah diteliti oleh pihak-pihak kesehatan yang berwenang di kebanyakan negara dan telah dinyatakan “aman”. Efek samping dari prebiotik adalah menyebabkan kembung, flatulensi, dan feses yang lembut. Namun, dalam praktiknya, tingkat penggunaan prebiotik (umumnya 2-4 g/serving) jauh di bawah jumlah yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan saluran pencernaan. Menurut Soedarto (2008), FDA (2007) telah menyatakan FOS sebagai GRAS yang dapat digunakan pada makanan secara umum kecuali untuk susu bayi pada level sampai dengan 20g/hari dan pada level sampai 4.2g/hari untuk bayi usia di bawah 1 tahun.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Jenis oligosakarida yang paling banyak digunakan secara komersil sebagai prebiotik adalah fruktooligosakarida (FOS) (Kaplan dan Hutkins 2000). Fruktooligosakarida (FOS) merupakan oligosakarida dengan berat molekul yang rendah yang memiliki efek terhadap *Bifidobacteria* usus dan merupakan prebiotik yang penting. Senyawa tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber alami seperti inulin atau disintesis dari sukrosa (Kaplan dan Hutkins 2000). Sifat dari FOS adalah larut dalam air, tidak dicerna di dalam usus halus, tidak bersifat *viscous*, tidak mengikat asam empedu, dan sangat mudah difermentasi (Schneeman 1999).

FOS secara kimiawi adalah senyawa β -D-fruktans rantai pendek atau sedang, yang terikat dengan ikatan β -2-1 glikosidik, yang tidak dapat diuraikan oleh enzim pencernaan mamalia. FOS memiliki nilai derajat polimerisasi (DP) berkisar antara 2-8. FOS dapat diproduksi melalui dua metode berbeda dan tiap metode menghasilkan oligomer yang berbeda. Metode pertama adalah dengan proses enzimatik transglukosilasi sukrosa (D-Glu-(1-2)-D-Fru) menggunakan enzim β -fruktofuranosidase yang menghasilkan oligomer D-Glu-(1-2)-[-D-Fru-(1-2)-] n dengan $n = 2-4$ (nilai DP rata-rata 3.6). Metode kedua adalah dengan proses hidrolisis enzimatik dari inulin (D-Glu-(1-2)-[-D-Fru-(1-2)-] n dengan $n = 2-65$) menggunakan enzim endoinulinase yang menghasilkan oligomer campuran dari D-Fru-(1-2)-[-D-Fru-(1-2)-] n dengan $n = 1-9$ dan D-Glu(1-2)-[-D-Fru-(1-2)-] n dengan $n = 2-9$ (Gibson dan Roberfroid 2008).

Dibandingkan dengan karbohidrat simpleks maupun kompleks lainnya, FOS difermentasikan secara selektif oleh hampir semua strain *Bifidobacteria*. Dalam penelitian yang dilakukan Artanti (2009), FOS diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan probiotik *E. faecium*, *L. plantarum*, dan *L. casei* strain shirota. Bila FOS dikonsumsi dalam jumlah yang cukup banyak maka FOS secara signifikan dan konsisten merangsang proliferasi *Bifidobacteria* menjadi mikroflora yang dominan dalam kolon (Lisal 2005). FOS memiliki nilai DP (derajat polimerisasi) lebih rendah daripada inulin, yaitu berkisar antara 2-8 (Franck dan De Leenheer 2005).

Menurut Franck (2008), FOS dapat dihidrolisis secara parsial dalam kondisi yang sangat asam, berkontribusi terhadap tekstur dan *mouthfeel*, menunjukkan kemampuannya sebagai humektan, mengurangi aktivitas air, berpengaruh terhadap titik didih dan titik beku, serta memiliki energi yang moderat. Menurut Chen *et al.* (2003), pemberian FOS dapat meningkatkan pertumbuhan *Bifidobacteria spp.* dan *Lactobacilli spp.*, meningkatkan konsentrasi asam lemak rantai pendek, dan mengurangi jumlah *Clostridia*, *Fusobacteria*, dan *Bacteroides*.

Efek bifidogenik dari FOS dipengaruhi oleh kondisi lingkungan diantaranya pH. Menurut Tungland (2003) di dalam Tamime (2005), secara *in vitro* FOS dan inulin menghasilkan efek bifidogenik yang optimum pada pH 6.8 dan 1 g/100 mL karbohidrat, yang setara dengan 4 g/hari. Menurut Djouzi dan Andrieux (1998) di dalam Chen *et al.* (2003), dosis konsumsi FOS yang dapat memberikan efek bifidogenik berkisar antara 4-15 g/hari. Menurut Surono (2004), jumlah prebiotik yang efektif adalah 1-3 g/hari untuk anak-anak dan 5-15 g/hari untuk orang dewasa.

Menurut Nadal *et al.* (2010), 5% fruktooligosakarida merupakan promotor pertumbuhan yang terbaik terhadap *Bifidobacteria*. Penambahan FOS kurang dari 2.5% untuk produk sinbiotik tidak memberikan efek bifidogenik yang diharapkan karena jumlah yang tidak mencukupi setelah memasuki saluran pencernaan. Konsumsi FOS yang terlalu banyak (lebih dari 10g/hari) dapat memberikan efek samping berupa ketidaknyamanan pencernaan seperti flatulensi (de Vrese dan Schrezenmeir 2008). Oleh karena itu, penambahan FOS harus disesuaikan sehingga dapat mencegah efek samping yang ditimbulkan, terutama bagi individu yang sensitif, namun tetap dapat memberikan efek kesehatan yang diinginkan. Selain efek bifidogenik, FOS juga menambah nutrisi yang dapat mempengaruhi parameter fisiologis pencernaan seperti pH kolon dan *stool bulking*, yang dapat menggolongkan prebiotik sebagai serat pangan (*dietary fiber*) (Roberfroid 1997 dalam Tamime 2005).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 BAHAN DAN ALAT

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain kultur *Lactobacillus bulgaricus* FNCC 004P dan *Streptococcus thermophilus* FCNN 1903, serta bakteri asam laktat (BAL) indigenus *Lactobacillus plantarum* 2C12 dan *Lactobacillus fermentum* 2B4 yang diperoleh dari Lab. IPT Ruminansia Besar, Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan IPB, kultur *Enteropathogenic Escherichia coli* K1.1 (EPEC K1.1), media *de Man Rogosa Sharpe Broth* (MRSB), media *de Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSB), media *Nutrient Broth* (NB), media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), KH_2PO_4 , akuades, NaOH 1N, glukosa, bacto agar (Difco), CaCO_3 , susu skim, sukrosa, fruktooligosakarida (FOS) Orafti®, alkohol 70%, dan spiritus.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain lup (ose), mikropipet, pipet Mohr, pipet tetes, tabung reaksi, labu takar, corong gelas, erlenmeyer, gelas piala, gelas ukur, pengaduk, sudip, vorteks, cawan petri, bunsen, panci, baskom, *cup* yogurt, termometer, neraca analitik, autoklaf, oven, inkubator, *refrigerator*, viskometer Brookfield, dan pH-meter.

3.2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan meliputi pembuatan formula yogurt sinbiotik dan pengujian antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC secara *in vitro*. Penelitian utama meliputi aplikasi penambahan bahan penstabil dan flavor ke dalam formula yogurt sinbiotik terbaik dan analisis karakteristik mutu yogurt, seperti uji sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi, uji karakteristik sensori, serta uji stabilitas selama penyimpanan. Secara keseluruhan, tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 1**.

3.2.1 Pembuatan Formula Yogurt Sinbiotik

3.2.1.1 Pemiakan Kultur Starter Bakteri Asam Laktat

Pembuatan yogurt sinbiotik ini diawali dengan pemiakan kultur yogurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* serta bakteri asam laktat (BAL) lokal (*Lactobacillus plantarum* 2C12 dan *Lactobacillus fermentum* 2B4) yang berpotensi sebagai probiotik. Pertama, kultur murni disegarkan terlebih dahulu pada media *de Man Rogosa Sharpe Broth* (MRSB). Kemudian, sebanyak 2% dari kultur yang telah disegarkan tersebut diinokulasikan ke dalam larutan susu skim steril 10% dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kultur hasil inkubasi ini disebut dengan kultur induk.

Sebanyak 2% dari kultur induk diinokulasikan ke dalam larutan susu skim 10% yang telah mengandung glukosa murni 2% dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dan hasilnya disebut dengan kultur kerja. Setelah itu, untuk mengetahui viabilitasnya, maka kultur kerja dipupukkan pada media *de Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSB). Kultur yang memenuhi syarat untuk siap dijadikan kultur starter yogurt adalah kultur dengan jumlah populasi yang lebih dari atau sama dengan 10^8 cfu/ml (Rahman *et al.* 1992).

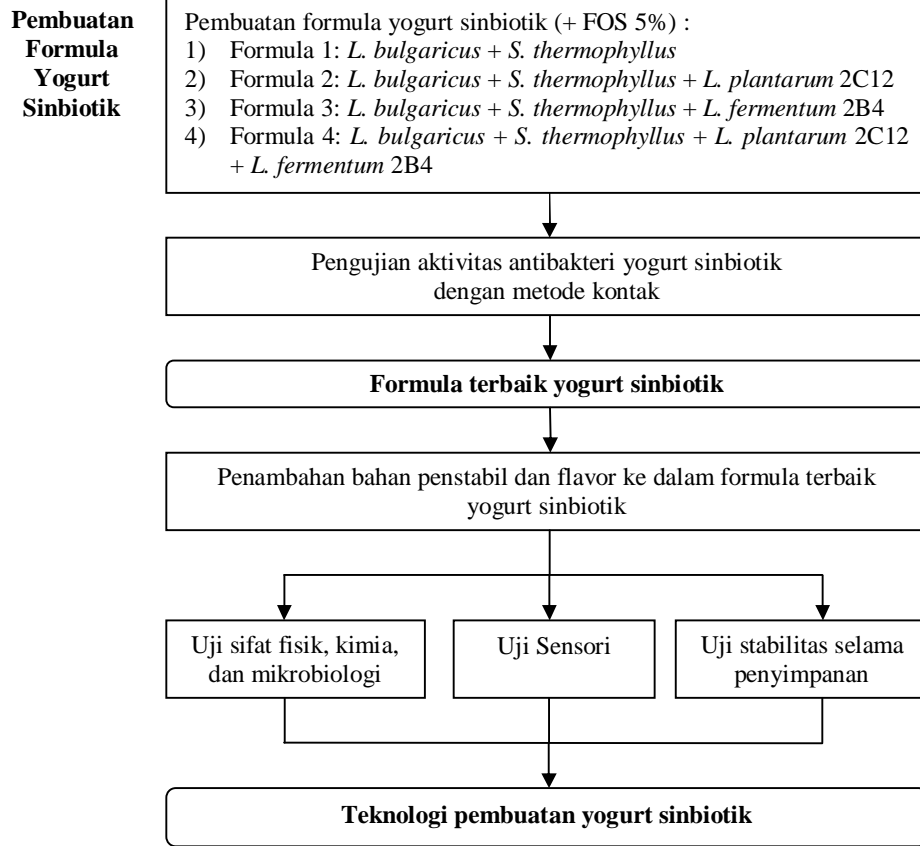
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 1. Diagram alir penelitian yang dilakukan

3.2.1.2 Pembuatan Yogurt Sinbiotik

Dua bakteri asam laktat (BAL) lokal yang berpotensi sebagai probiotik dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Arief *et al.* (2008), yaitu *Lactobacillus plantarum* 2C12 dan *Lactobacillus fermentum* 2B4, selanjutnya diaplikasikan pada pembuatan yogurt sinbiotik (mengandung probiotik dan prebiotik). Sementara itu, jenis prebiotik yang ditambahkan ke dalam masing-masing formula yogurt adalah FOS 5%.

Empat formula yogurt yang dibuat antara lain:

- 1) Formula 1: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus*
- 2) Formula 2: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. plantarum* 2C12
- 3) Formula 3: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. fermentum* 2B4
- 4) Formula 4: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. plantarum* 2C12 + *L. fermentum* 2B4

Proses pembuatan yogurt diawali dengan melarutkan gula pasir 5%, FOS 5%, dan susu skim sehingga diperoleh total padatan yogurt 22%. Setelah itu, campuran bahan dipanaskan pada suhu 85°C selama 30 menit (Ansori *et al.* 1992), didinginkan hingga suhu 37°C, diinokulasi starter (2%), lalu diaduk hingga merata. Inkubasi dilakukan dalam inkubator dengan suhu 37°C selama semalam (Suliantari *et al.* 2009). Selanjutnya, yogurt tersebut disimpan di dalam refrigerator.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

3.2.2 Penentuan Formula Yogurt Sinbiotik Terbaik

Parameter yang digunakan untuk menentukan formula yogurt terbaik adalah dengan mengetahui aktivitas antimikrobanya terhadap bakteri patogen seperti *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), nilai pH, dan konsistensi penampakan yogurt.

3.2.2.1 Pemiakan Kultur *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC)

Kultur bakteri uji (*Enteropathogenic Escherichia coli* atau EPEC) yang telah ditumbuhkan dalam media *Nutrient Agar* (NA) berumur 24 jam disegarkan kembali dengan menumbuhkannya ke dalam media *Nutrient Broth* (NB) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

3.2.2.2 Pengujian Aktivitas Antibakteri dari Yogurt Sinbiotik (Davidson *et al.* 2005)

Pengujian aktivitas antibakteri dari yogurt sinbiotik dilakukan dengan melihat efek penghambatan yogurt terhadap bakteri patogen EPEC. Pengujian ini dilakukan dengan metode kontak yaitu melihat penurunan jumlah bakteri EPEC setelah dikontakkan dengan yogurt.

Untuk mengetahui jumlah awal bakteri EPEC (1%), dilakukan pemupukan pada media EMBA (*Eosin Methylene Blue Agar*) kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Untuk mengetahui efektivitas penghambatan formula yogurt, bakteri EPEC dikontakkan dengan masing-masing formula yogurt dan diinkubasikan selama dua, empat, dan enam jam pada suhu 37°C. Penentuan lama waktu kontak tersebut didasarkan pada kurva pertumbuhan EPEC dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Quigley (2008) di mana waktu dua, empat, dan enam jam tersebut merupakan waktu bakteri *E. coli* berada pada fase log. Setelah dikontakkan selama 2, 4, dan 6 jam, dilakukan pemupukan terhadap masing-masing yogurt pada media EMBA, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah selesai diinkubasi, dilakukan penghitungan sel untuk mengetahui jumlah bakteri EPEC akhir. Efek penghambatan masing-masing formula yogurt tersebut terhadap EPEC ditunjukkan dengan penurunan jumlah bakteri EPEC (dengan mengurangi jumlah EPEC awal dengan EPEC akhir). Selanjutnya, yogurt yang memberikan nilai penghambatan tertinggi merupakan yogurt formula terbaik yang kemudian digunakan dalam penelitian selanjutnya.

3.2.3 Penambahan Bahan Penstabil pada Formula Yogurt Sinbiotik Terbaik

Penambahan bahan penstabil dilakukan terhadap formula yogurt sinbiotik terbaik dari tahap penelitian sebelumnya. Penambahan bahan penstabil ini dilakukan dengan tujuh formula sampel yang meliputi tiga formula dengan penambahan bahan penstabil *carboximethyl cellulose* (CMC), tiga formula dengan bahan penstabil pati jagung, dan satu formula tanpa penambahan bahan penstabil sebagai kontrol. Variasi konsentrasi CMC yang digunakan adalah 0.1%, 0.15%, dan 0.2%, dan variasi konsentrasi yang digunakan untuk pati jagung adalah 1.5%, 1.75%, dan 2.0%. Penambahan bahan penstabil dengan konsentrasi yang sesuai ditentukan melalui parameter sensori (deskriptif) yang meliputi warna, rasa, aroma, tekstur, dan jumlah *whey*, serta parameter fisik dan kimia yang meliputi pH, viskositas, dan total asam tertitrasi.

3.2.4 Penambahan Flavor pada Formula Yogurt Sinbiotik Terbaik

Penambahan flavor dilakukan terhadap formula yogurt sinbiotik terbaik dengan penambahan bahan penstabil dengan konsentrasi yang sesuai dari tahap sebelumnya. Jenis flavor yang ditambahkan adalah flavor vanila yang berbentuk serbuk dan ekstrak buah stroberi yang didapat dari

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

hasil ekstraksi buah stroberi dengan air (perbandingan 1:1) dan kemudian disaring. Yogurt sinbiotik diberi penambahan flavor vanila sebanyak 0.1% dan 0.2%, serta ekstrak stroberi sebanyak 1% dan 2%. Konsentrasi flavor terbaik didapatkan dengan melakukan uji organoleptik (uji rating dan rangking hedonik) pada yogurt dengan penambahan flavor tersebut sehingga diperoleh yogurt dengan flavor yang paling banyak disukai.

3.2.5 Uji Sensori Yogurt Sinbiotik

Uji sensori yang dilakukan adalah uji rating dan rangking hedonik terhadap lima formula yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor oleh 30 panelis tidak terlatih. Parameter mutu yang diuji meliputi warna, aroma, tekstur, rasa dan penilaian secara keseluruhan (*overall*). Pemberian skor pada uji rating hedonik menggunakan sistem skala kategori yaitu sangat tidak suka (1), tidak suka (2), agak tidak suka (3), netral (4), agak suka (5), suka (6), dan sangat suka (7). Dalam uji rangking hedonik, angka satu (1) menyatakan tingkat penerimaan tertinggi terhadap produk dan angka selanjutnya menyatakan penerimaan yang semakin rendah. Data dari uji rating hedonik diolah dengan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Duncan apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata antar sampel.

3.2.6 Uji Stabilitas Yogurt Sinbiotik Selama Penyimpanan

Uji stabilitas selama penyimpanan dilakukan terhadap yogurt sinbiotik terbaik dari hasil uji sensori. Produk disimpan dalam refrigerator dengan suhu sekitar 10°C. Pengamatan dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari untuk mengetahui perubahan yang terjadi selama masa penyimpanan. Parameter yang diamati selama penyimpanan meliputi parameter nilai pH, total asam tertitrasi (TAT), viskositas, viabilitas BAL dan pertumbuhan kontaminan kapang khamir.

3.2.7 Analisis Fisik

3.2.7.1 Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH-meter. Sebelum digunakan alat distandarisasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer pH 4 dan pH 7. Sekitar 25 ml sampel dimasukkan ke dalam gelas piala. Elektroda pH-meter dicelupkan ke dalam sampel, kemudian dilakukan pembacaan pH sampel setelah dicapai nilai yang tetap.

3.2.7.2 Viskositas

Pengukuran viskositas yogurt menggunakan alat *viscometer Brookfield*. Sebanyak 200 ml sampel dimasukkan ke dalam wadah. Rotor dipasang pada alat kemudian dicelupkan ke dalam sampel. Penggunaan *spindle* dan kecepatan rotor disesuaikan dengan tingkat kekentalan sampel. Selama rotor berputar, jarum penunjuk akan bergerak sampai diperoleh nilai viskositas sampel. Pembacaan nilai viskositas sampel dilakukan setelah jarum stabil.

3.2.8 Analisis Kimia

3.2.8.1 Total Asam Tertitrasi (AOAC 1995)

Sebanyak 10 ml sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 3 tetes indikator fenoltalein 1%. Sampel dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N yang telah distandarisasi

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

sampai terbentuk warna merah muda. Total asam tertitrisi dinyatakan sebagai persen asam laktat (BM asam laktat = 90).

$$\% \text{ asam laktat} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times 1/10 \times 90}{V \text{ sampel}}$$

3.2.8.2 Kadar Air (AOAC 1995)

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven vakum. Pengukuran kadar air diawali dengan mengeringkan cawan alumunium pada suhu 100⁰C selama 15 menit, kemudian dikeringkan dalam desikator selama 10 menit. Cawan alumunium kemudian ditimbang dengan menggunakan neraca analitik (a gram). Sekitar 2-10 gram (x gram) sampel ditimbang dalam cawan alumunium yang telah diketahui bobot kosongnya. Kemudian dikeringkan dalam oven vakum pada suhu 70⁰C, 25 mmHg dan ditimbang sampai diperoleh bobot konstan dari cawan dan sampel kering (y gram).

$$\text{kadar air (\% b.b)} = \frac{x-(y-a)}{x} \times 100$$

3.2.8.3 Kadar Abu (AOAC 1995)

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan kering menggunakan alat tanur. Cawan porselen dikeringkan dengan tanur pada suhu 500⁰C selama satu jam, kemudian didinginkan dalam desikator. Cawan porselen kemudian ditimbang dengan timbangan analitik (a gram). Sebanyak 2 gram sampel (w gram) ditimbang dalam cawan porselen yang telah diketahui bobot kosongnya. Sampel diuapkan di atas *hot plate* selama 30-60 menit sampai kering. Kemudian dimasukkan ke dalam tanur bersuhu 600⁰C selama 2 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (x gram).

$$\text{kadar abu (\% b.b)} = \frac{x-a}{w} \times 100$$

3.2.8.4 Kadar Protein Metode Kjeldahl (AOAC 1995)

Sebanyak 3 gram sampel ditimbang menggunakan neraca analitik lalu ditempatkan ke dalam labu Kjeldahl. Kemudian ditambahkan 1.9 ± 0.1 gram K₂SO₄, 40 ± 10 mg HgO, 2.0 ± 0.1 ml H₂SO₄, dan beberapa buah batu didih. Sampel dididihkan selama 1-1.5 jam sampai cairan menjadi jernih. Setelah cairan menjadi jernih. Selanjutnya, cairan didinginkan dan ditambahkan sejumlah kecil air secara perlahan-lahan, kemudian didinginkan kembali. Isi labu tersebut dipindahkan ke dalam alat destilasi. Labu dicuci dan dibilas 5-6 kali dengan 1-2 ml air, air cucian dipindahkan ke dalam alat destilasi.

Erlenmeyer 125 ml yang berisi 5 ml larutan H₃BO₃ dan 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian metal merah 0.2% dalam alkohol dan 1 bagian metilen biru 0.2% dalam alkohol) diletakkan di bawah kondensor. Ujung tabung kondensor harus terendam di dalam larutan H₃BO₃. Kemudian ditambahkan 8-10 ml larutan NaOH dan dilakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 15 ml destilat dalam erlenmeyer. Tabung kondensor dibilas dengan air dan bilasan ditampung dalam erlenmeyer yang sama. Isi erlenmeyer diencerkan sampai kira-kira 50 ml kemudian dititrisi dengan HCl 0.02 N sampai terjadi perubahan warna menjadi abu-abu. Prosedur yang sama juga dilakukan terhadap blanko.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

$$\% N = \frac{(\text{ml HCl}-\text{ml blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14.007 \times 100\%}{\text{mg sampel}}$$

$$\% \text{ protein} = \% N \times \text{faktor konversi (6.38)}$$

3.2.8.5 Kadar Lemak (AOAC 1995)

Penentuan kadar lemak dilakukan berdasarkan metode ekstraksi soxhlet. Prinsip dari metode tersebut yaitu mengekstrak lemak dari bahan dengan pelarut organik non polar seperti heksana pada titik didih pelarut sampai pelarut berwarna jernih. Jumlah lemak dalam contoh diketahui dengan menimbang lemak setelah pelarut diuapkan. Labu lemak dikeringkan di dalam oven, didinginkan dalam desikator dan ditimbang (b gram). Contoh ditimbang sebanyak 5 gram (a gram), dibungkus dengan kertas saring dan ditutup dengan kapas bebas lemak. Kertas saring yang berisi contoh diletakkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet yang dirangkai dengan kondensor. Pelarut heksana dimasukkan secukupnya ke dalam labu lemak kemudian dilakukan refluks minimal selama 5 jam. Labu lemak akan berisi lemak hasil ekstraksi kemudian dipanaskan pada oven 100-105 °C selama 30 menit atau sampai dengan pelarut pada labu lemak menguap semua. Labu lemak didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya (c gram).

$$\text{kadar lemak (\% b.b)} = \frac{c-b}{a} \times 100$$

3.2.8.6 Kadar Karbohidrat (Metode by difference)

$$\text{Kadar karbohidrat (\%b.b)} = 100 - (\% \text{air} + \% \text{abu} + \% \text{protein} + \% \text{lemak})$$

3.2.8.7 Kadar Mineral (AOAC 1995)

Analisis kadar mineral dilakukan menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS). Metode AAS berdasarkan pada prinsip pengukuran sinar yang diserap oleh atom dari unsur-unsur. Setiap jenis atom memiliki nilai absorbansi yang khas yang dapat diukur pada panjang gelombang tertentu. Jenis mineral yang dianalisis dalam penelitian ini adalah timbal (Pb), tembaga (Cu), timah (Sn), raksa (Hg), dan arsen (As). Untuk dapat dianalisis dengan AAS, contoh harus terbebas dari bahan-bahan organik. Contoh harus dibuat larutan abu dengan cara menambahkan 40-50 HCl encer pada contoh yang telah diabukan dalam cawan. Kemudian dipanaskan dengan penangas air selama 30 menit dan ditutup dengan gelas arloji. Cawan contoh dibilas kembali dengan HCl encer dan dipanaskan kembali selama 30 menit. Selanjutnya, pada cawan ditambahkan 10 ml HCl dan akuades. Larutan pada cawan disaring menggunakan kertas saring dan ditampung dalam labu takar 100 ml. Residu yang tertinggal di kertas saring dibilas dengan HCl encer. Larutan abu dalam labu takar ditepatkan hingga 100 ml dengan akuades. Untuk mengukur kadar mineral yang diinginkan diperlukan kurva standar yang dibuat dari seri larutan mineral standar.

Sebelum pengukuran absorbansi menggunakan instrument AAS dimulai, disiapkan terlebih dahulu lampu elemen mineral yang akan diukur dan larutan standar yang sesuai yang akan digunakan, serta selang inlet contoh dicelupkan dalam air demineral. Nilai absorbansi untuk setiap konsentrasi larutan contoh dan standar dicatat, kemudian konsentrasi unsur mineral contoh dapat ditentukan dengan menggunakan plot kurva standar.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

3.2.9 Analisis Mikrobiologi

3.2.9.1 Total BAL dan Kapang-Khamir (Fardiaz 1987)

Uji total BAL dan kapang-khamir dilakukan dengan metode agar tuang. Sebanyak 10 ml sampel diencerkan dalam 90 ml larutan pengencer dan kemudian diencerkan hingga pengenceran 10^9 . Untuk uji total BAL, pemupukan dilakukan duplo dari tingkat pengenceran 10^7 sampai 10^{10} dengan cara memipet 1 ml sampel yang telah diencerkan ke dalam cawan petri steril, sedangkan untuk uji total kapang-khamir, pemupukan dilakukan dari mulai pengenceran 10^1 sampai 10^3 . Setelah itu, dilakukan penambahan media sebanyak 15-20 ml pada setiap cawan petri. Media yang digunakan untuk uji total BAL adalah MRSA, sedangkan untuk uji total kapang-khamir adalah *acidified potato dextrose agar* (APDA). Cawan petri digoyangkan secara mendatar agar sampel menyebar rata. Setelah agar membeku, diinkubasi dengan posisi terbalik selama 2-3 hari pada suhu 37°C untuk uji total BAL dan pada suhu 30°C untuk uji total kapang-khamir. Jumlah koloni yang tumbuh dihitung dengan menggunakan metode SPC (cfu/ml).

3.2.9.2 Total Koliform (BAM 2002)

Sebanyak 50 gram atau 50 ml sampel ditambahkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 450 ml larutan *butterfield's phosphate* dan dihomogenkan. Tahap pengenceran dilakukan hingga mendapatkan pengenceran 10^3 atau sesuai kebutuhan. Sebanyak 1 ml larutan contoh dari masing-masing hasil pengenceran dimasukkan ke dalam media LST *broth* kombinasi 3 yang telah dilengkapi tabung Durham. Tabung LST kemudian diinkubasikan pada suhu 35°C selama 24 – 48 jam. Tabung positif ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung Durham.

Dari hasil tersebut selanjutnya dilakukan uji pendugaan koliform fekal. Dari setiap tabung LST positif, sebanyak satu *loop* larutan dipindahkan ke tabung EC *broth* yang telah dilengkapi tabung Durham dan kemudian diinkubasikan pada suhu $45,5^{\circ}\text{C}$ selama 24 – 48 jam. Pada setiap tabung EC *broth* yang muncul gas, diambil satu *loop* cairan dan digoreskan ke cawan petri yang berisi media LEMB (*Levin's Eosine-Methylene Blue*) agar, lalu diinkubasikan selama 18 – 24 jam pada suhu 35°C . Amati adanya bakteri koliform fekal yang berbentuk koloni berwarna gelap dengan atau tanpa kilau hijau metalik.

Identifikasi terhadap koliform dilakukan melalui uji reaksi IMViC sebagai berikut :

- a. *Produksi Indole*
Koloni koliform diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi TB (*Tryptone Broth*) kemudian diinkubasi selama 24 – 48 jam pada suhu 35°C . Tes terhadap keberadaan *indole* dilakukan dengan menambahkan 0,2 – 0,3 ml reagen Kovacs setelah inkubasi selesai. Reaksi positif ditandai dengan timbulnya warna merah pada permukaan media.
- b. *Methyl Red*
Koloni koliform diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi VP *broth* kemudian diinkubasi selama 4 – 5 hari pada suhu 35°C . Setelah inkubasi ditambahkan dengan lima tetes *methyl red*. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna merah, sedangkan hasil negatif berwarna kuning.
- c. *Voges-Proskauer*
Koloni koliform diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi VP *broth* kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 35°C . Selesai inkubasi, sebanyak 1 ml larutan dipipet ke dalam tabung lalu ditambahkan 0,6 ml α -naphthol dan 0,2 ml 40% KOH kemudian dikocok. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah muda.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

d. *Kocer Citrate* (KC)

Koloni koliform diambil dan dimasukkan ke tabung reaksi yang berisi media *KC broth*. Media KC diinkubasikan selama 96 jam pada suhu 35°C. Reaksi positif ditandai dengan munculnya kekeruhan.

Interpretasi uji IMViC adalah positif *E. coli* bila menghasilkan kombinasi +++ (tipe 1), atau +-- (tipe 2).

3.2.9.3 Presumtif Salmonella (BAM 2007)

Sebanyak 25 gram atau 25 ml sampel dimasukkan ke Erlenmeyer yang telah berisi 225 ml media *Lactose Broth* (LB). Erlenmeyer digoyang-goyangkan sehingga sampel tercampur dengan merata. Selanjutnya LB diinkubasikan pada suhu 35°C selama 24 jam.

Sebanyak 1 ml larutan dipindahkan dari LB ke 10 ml *tetrathionate* (TT) *broth*. Media TT diinkubasikan pada suhu 43°C selama 24 jam. Selesai inkubasi, media divorteks kemudian digoreskan masing-masing ke *bismuth sulfite agar* (BSA), *xylose lysine desoxycholate agar* (XLDA), dan *hektoen enteric agar* (HEA). Media agar tersebut diinkubasikan pada suhu 35°C selama 24 jam. Koloni tipikal Salmonella yang muncul diambil dua atau lebih dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. HEA. Koloni berwarna biru kehijau-hijauan atau biru dengan atau tanpa pusat yang gelap. Banyak kultur Salmonella yang tampak sebagai koloni yang lebar, pusat yang hitam mengkilat atau tampak hitam menyeluruh.
- b. XLDA. Koloni berwarna merah muda dengan atau tanpa pusat gelap. Banyak kultur Salmonella yang tampak sebagai koloni yang lebar, pusat yang hitam mengkilat atau tampak hitam menyeluruh.
- c. BSA. Koloni berwarna coklat, abu-abu, atau hitam, kadang-kadang terlihat warna metalik. Awalnya media BSA berwarna coklat, namun lama kelamaan berubah menjadi warna hitam ketika waktu inkubasi ditambah sehingga menghasilkan efek halo di sekitar koloni.

Jika koloni tipikal Salmonella tidak tumbuh, maka koloni atipikal Salmonella diambil dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. HEA dan XLDA. Koloni atipikal Salmonella menghasilkan warna kuning dengan atau tanpa pusat hitam.
- b. BSA. Beberapa koloni Salmonella atipikal menghasilkan warna hijau dengan atau tanpa warna gelap di sekeliling koloni.

Cuplikan koloni tipikal Salmonella diinokulasikan pada media agar miring *triple sugar iron agar* (TSIA) dan *lysine iron agar* (LIA). Media TSIA dan LIA diinkubasikan pada suhu 35°C selama 24 jam. Salmonella tipikal akan menghasilkan warna merah di atas dan kuning di bagian bawah media TSIA dengan atau tanpa produksi H₂S (warna hitam). Adapun pada media LIA, Salmonella tipikal menghasilkan warna ungu di bagian bawah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PEMBUATAN FORMULA YOGURT SINBIOTIK DAN PENGUKURAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI YOGURT SINBIOTIK

Pembuatan yogurt sinbiotik dilakukan terhadap 4 formula berdasarkan kombinasi kultur starter yang digunakan. Setiap formula ditambahkan FOS sebanyak 5% sebagai sumber prebiotiknya. Empat formula yogurt yang dibuat yaitu:

- 1) Formula 1: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* (F1)
- 2) Formula 2: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. plantarum* 2C12 (F2)
- 3) Formula 3: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. fermentum* 2B4 (F3)
- 4) Formula 4: *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* + *L. plantarum* 2C12 + *L. fermentum* 2B4 (F4)

Keempat formula yogurt tersebut kemudian digunakan untuk diamati aktivitas penghambatannya terhadap pertumbuhan bakteri patogen, khususnya *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC). Pemilihan bakteri patogen yang dipakai berdasarkan kemampuan bakteri patogen tersebut sebagai salah satu penyebab diare. Bakteri enteropatogenik merupakan bakteri yang dapat menyebabkan terjadinya keracunan makanan yang disebabkan oleh masuknya mikroba patogen dari makanan ke dalam saluran pencernaan manusia (menyebabkan terjadinya infeksi). Setelah masuk ke dalam tubuh (saluran pencernaan), bakteri enteropatogenik ini akan tumbuh, berkembang biak, dan menimbulkan penyakit seperti diare. Salah satu bakteri enteropatogenik penyebab diare adalah *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC) (Budiarti 1997).

Pengujian aktivitas antibakteri dari yogurt sinbiotik dilakukan dengan melihat efek penghambatan yogurt terhadap pertumbuhan bakteri patogen EPEC dengan metode kontak, yaitu dengan mengukur penurunan jumlah bakteri EPEC setelah dikontakkan dengan yogurt pada waktu tertentu. Semakin besar nilai kematian bakteri maka semakin besar pula kemampuan yogurt sinbiotik dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen, atau dengan kata lain aktivitas antibakteri dari yogurt tersebut semakin tinggi.

Berdasarkan metode kontak, aktivitas antibakteri dari berbagai formula yogurt sinbiotik dapat dilihat pada **Tabel 2**. Rekapitulasi hasil pengukuran aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Tabel 2. Aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC berdasarkan metode kontak

Formula	Jumlah Penurunan EPEC (log cfu/ml)		
	Uji kontak 2 jam	Uji kontak 4 jam	Uji kontak 6 jam
F1	2.78 ±0.54 ^a	3.02±0.25 ^a	3.98±0.26 ^a
F2	2.73±0.23 ^a	3.15±0.50 ^a	4.07±0.48 ^a
F3	2.69±0.30 ^a	3.54±0.38 ^a	4.31±0.88 ^a
F4	2.51±0.72 ^a	3.61±0.23 ^a	4.19±0.43 ^a

Keterangan: nilai sekelom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0.05$)

Dari data pada **Tabel 2** dapat diketahui bahwa keempat formula yogurt menunjukkan aktivitas antimikroba yaitu dengan menurunnya jumlah EPEC setelah dikontakkan selama 2, 4, dan 6 jam. Jumlah penurunan EPEC semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Pada yogurt F3, jumlah penurunan EPEC pada waktu kontak 2 jam sebesar 2.69 log cfu/ml, kemudian meningkat menjadi 3.54 log cfu/ml pada waktu kontak 4 jam, dan 4.31 log cfu/ml pada waktu kontak

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

selama 6 jam. Hasil uji ANOVA (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa jumlah penurunan EPEC oleh keempat formula yogurt tidak berbeda nyata. Namun, dari hasil pengukuran aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik tersebut dapat dilihat bahwa efektivitas penghambatan EPEC terbesar setelah uji kontak selama 6 jam dimiliki oleh yogurt formula 3 (F3) dengan nilai penurunan EPEC sebanyak 4 satuan log.

Rekapitulasi data hasil pengukuran nilai pH formula yogurt sinbiotik dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Nilai pH paling kecil ditunjukkan oleh yogurt F2 dengan pH sebesar 4.37, sedangkan nilai pH terbesar ditunjukkan oleh yogurt F1 yaitu 4.61. Yogurt F3 dan F4 masing-masing memiliki nilai pH 4.51 dan 4.42. Berdasarkan analisis ANOVA (**Lampiran 4**) menunjukkan bahwa nilai pH keempat formula yogurt tidak berbeda nyata. Kondisi derajat keasaman yang tidak berbeda nyata pada setiap formula yogurt tersebut menyebabkan aktivitas antibakteri penyebab diare EPEC yang juga tidak berbeda nyata. Menurut Micanel *et al.* (1997) di dalam Lourens-Hattingh dan Viljoen (2001), untuk dapat mencegah pertumbuhan mikroba patogen suatu yogurt harus mencapai pH 4.5 atau lebih rendah.

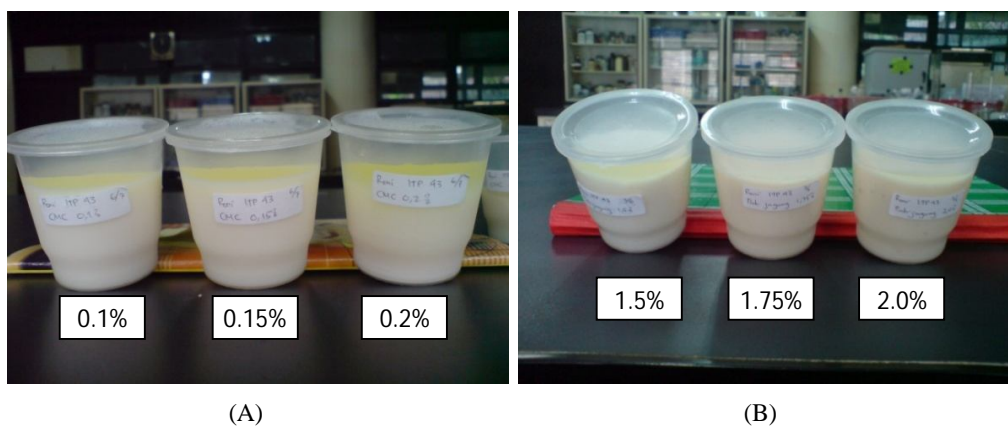
Aktivitas antibakteri terhadap bakteri EPEC diduga disebabkan oleh rendahnya derajat keasaman (pH) yogurt tersebut sehingga menyebabkan kematian bakteri EPEC. Pada umumnya BAL menghasilkan asam organik, seperti asam laktat dan asam asetat, sehingga menjadikan kondisi lingkungan asam yang dapat menghambat bakteri patogen (Saulnier *et al.* 2009). Menurut Lourens-Hattingh dan Viljoen (2001) mekanisme penghambatan patogen oleh *Lactobacillus* disebabkan karena adanya persaingan dalam adhesi dan nutrisi, produksi senyawa antimikroba seperti asam organik, hidrogen peroksida, bakteriosin, dan antibiotik, serta menstimulasi sistem imun. Produksi asam organik oleh probiotik menyebabkan turunnya pH dan merubah potensial reduksi-oksidasi sehingga menghasilkan efek antimikroba. Dalam saluran pencernaan, kombinasi asam organik dengan kandungan oksigen yang terbatas terutama akan menghambat pertumbuhan bakteri patogen gram negatif seperti bakteri koliform (Sandine 1979).

Dari hasil pengamatan terhadap penampakan fisik keempat formula yogurt, diketahui bahwa yogurt F1 dan F3 memiliki konsistensi yang lebih stabil dibandingkan yogurt F2 dan F4. *Whey* yang dihasilkan yogurt F1 dan F3 lebih sedikit dibandingkan yogurt F2 dan F4. Hal ini menunjukkan bahwa yogurt F3 memiliki konsistensi yang menyerupai yogurt F1, yaitu yogurt yang hanya menggunakan kultur *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*, seperti halnya yogurt standar pada umumnya. Yogurt F1 tidak dipilih untuk digunakan dalam tahap penelitian selanjutnya. Menurut Chandan dan Shah (2006), *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* tidak dapat bertahan terhadap kondisi asam lambung dan garam empedu, serta tidak dapat menempel pada permukaan usus dan berkompetisi dengan bakteri patogen pada saluran pencernaan. Oleh karena itu, yogurt yang hanya terdiri dari *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* tidak dapat digunakan untuk mencegah diare.

Tekstur yogurt F3 yang stabil dimungkinkan karena adanya *L. fermentum* yang memiliki sifat proteolitik lemah (Sasaki *et al.* 1995). Sifat proteolitik yang lemah ini menyebabkan kemampuan *L. fermentum* dalam memecah kasein, yang merupakan emulsifier alami dalam susu, tidak menghasilkan *whey* yang banyak. Selain itu, menurut Franck (2002), penambahan prebiotik dalam produk pangan dapat meningkatkan kualitas organoleptik dan komposisi nutrisi yang lebih seimbang. Pada produk yogurt, prebiotik dapat meningkatkan kualitas tekstur dan *mouthfeel*, pengganti gula, dan sebagai serat (Wang 2009).

4.2 PENAMBAHAN BAHAN PENSTABIL PADA YOGURT SINBIOTIK

Penambahan bahan penstabil dilakukan terhadap yogurt formula F3 dan penambahan bahan penstabil ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas yogurt yang dihasilkan dengan memperbaiki konsistensi dan kekentalannya, serta mengurangi jumlah *whey* yang dihasilkan (Chandan *et al.* 2006). Bahan penstabil (*stabilizer*) digunakan secara luas dalam industri pangan karena kemampuannya dalam mengubah berbagai sifat penting dalam sistem pangan, seperti *Water Holding Capacity* (WHC), laju evaporasi, sifat reologi, sifat interfisial yang mempengaruhi stabilitas emulsi, buih, dan suspensi partikel tidak larut. Bahan penstabil sering digolongkan sebagai hidrokoloid dengan dua fungsi dasar, yaitu mengikat air dan meningkatkan viskositas (Tamime dan Robinson 2007). Penampakan yogurt sinbiotik F3 yang telah ditambahkan bahan penstabil dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Penampakan yogurt F3 dengan penstabil
 (A) CMC (B) Pati Jagung

Dari **Gambar 2** dapat terlihat bahwa yogurt sinbiotik F3 yang diberi bahan penstabil pati jagung (B) menghasilkan yogurt dengan konsistensi lebih baik bila dibandingkan dengan yogurt sinbiotik F3 dengan penambahan CMC (A). Pada yogurt sinbiotik F3 dengan penambahan CMC terlihat masih terdapat *whey* yang cukup banyak.

Penambahan pati jagung memberikan konsistensi yogurt yang lebih baik dibandingkan dengan CMC (**Tabel 3**). Dari segi rasa, penambahan bahan penstabil pati jagung memberikan rasa yang lebih asam dibandingkan dengan yogurt dengan penambahan CMC dan yogurt kontrol tanpa penambahan bahan penstabil. Penambahan penstabil tidak memberikan perubahan pada aroma yogurt sinbiotik yang dihasilkan dibandingkan dengan kontrol. Tekstur yogurt yang diberi bahan penstabil tetap lembut dan kompak, kecuali pada penambahan CMC 0.2% yang menghasilkan yogurt yang agak kasar dan encer, serta pada penambahan pati jagung 1.5% yang menghasilkan yogurt yang agak masir. Secara keseluruhan, penambahan penstabil pati jagung menghasilkan jumlah *whey* yang lebih sedikit dibanding CMC. Selain itu, penambahan CMC juga menghasilkan *whey* yang berwarna kuning seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.

Tabel 3. Karakteristik sensori yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Jenis bahan penstabil	Karakteristik Sensori				Warna Whey
	Rasa	Aroma	Tekstur	Jumlah Whey	
CMC 0.1%	Agak asam	Normal	Lembut, kompak	Banyak	Kuning
CMC 0.15%	Agak asam	Normal	Lembut, kompak	Sedikit	Kuning
CMC 0.2%	Agak asam	Normal	Agak kasar, agak encer	Sangat banyak	Kuning
Pati Jagung 1.5%	Asam	Normal	Kompak, agak masir	Sedikit	Putih
Pati Jagung 1.75%	Asam	Normal	Lembut, kompak	Sangat sedikit	Putih
Pati Jagung 2.0%	Asam	Normal	Lembut, kompak	Sangat sedikit	Putih
Kontrol	Agak asam	Normal	Lembut, kompak	Sedikit	Putih

Dari hasil karakteristik fisik dan kimia yogurt sinbiotik dengan penambahan bahan penstabil (Tabel 4), dapat dilihat bahwa penambahan pati jagung relatif menghasilkan yogurt yang lebih asam dan lebih kental dibanding CMC. Hal ini terlihat dari nilai pH yang lebih rendah dan nilai viskositas yang lebih tinggi. Adanya perbedaan nilai pH antara yogurt dengan penambahan pati jagung dan CMC diduga mungkin karena perbedaan struktur kimia komponen penyusun pati jagung dan CMC. Pati jagung tersusun atas amilosa dan amilopektin, sedangkan CMC tersusun atas selulosa. Perbedaan kemampuan BAL dalam memfermentasi kedua komponen ini diduga menjadi penyebab nilai pH yogurt dengan penambahan pati jagung menjadi lebih asam dibandingkan yogurt dengan penambahan CMC. Rekapitulasi hasil pengukuran nilai pH, viskositas, dan total asam tertitrasi (TAT) yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil dapat dilihat pada **Lampiran 5, 6, dan 7.**

Tabel 4. Karakteristik fisik dan kimia yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Jenis bahan Penstabil	pH	Viskositas (cP)	TAT (% b/b)
CMC 0.1%	4.92 ^c	3300 ^c	1.646 ^{d,e}
CMC 0.15%	4.90 ^d	3300 ^c	1.588 ^c
CMC 0.2%	4.90 ^d	1200 ^a	1.555 ^b
Pati Jagung 1.5%	4.39 ^a	8900 ^d	1.704 ^f
Pati Jagung 1.75%	4.40 ^a	12300 ^e	1.654 ^e
Pati Jagung 2.0%	4.46 ^b	13000 ^f	1.638 ^d
Kontrol	4.59 ^c	2800 ^b	1.538 ^a

Keterangan: nilai sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$)

Yogurt sinbiotik yang dihasilkan memiliki kisaran rata-rata nilai pH antara 4.39-4.92. Menurut Jay (2000), yogurt umumnya mempunyai pH yang baik dengan nilai berkisar antara 3.5-4.5. Dengan kisaran nilai pH tersebut, yogurt dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang umumnya tidak dapat tumbuh pada kondisi asam, seperti *Listeria monocytogenes* yang akan mati pada pH kurang dari 4.2. Sebagian kecil *Salmonella* dan *E. coli* O157 masih dapat bertahan pada pH lebih dari 4.5 (Robinson dan Itsaranuwat 2006). Jika mengacu pada nilai tersebut (pH 3.5-4.5), nilai pH yogurt sinbiotik dengan penambahan bahan penstabil pati jagung antara 4.39-4.46 termasuk pada kisaran tersebut, sedangkan nilai pH yogurt sinbiotik dengan penambahan bahan penstabil CMC antara 4.90-4.92 tidak termasuk dalam kisaran tersebut. Hasil analisis ANOVA (**Lampiran 8**) juga menunjukkan bahwa penambahan pati jagung memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai pH yogurt dibandingkan dengan penambahan CMC maupun yogurt kontrol.

Nilai total asam tertitrasi (TAT) pada yogurt dinyatakan sebagai persen asam laktat, asam laktat merupakan komponen asam terbesar hasil fermentasi yogurt. Asam laktat ($C_3H_6O_3$) mudah

terdisosiasi menjadi ion H^+ dan $CH_3CHOHCOO^-$. Secara umum dapat dikatakan bahwa penurunan nilai pH akan diikuti oleh peningkatan nilai TAT, namun hal tersebut sebenarnya tidak selalu demikian. Pada pengukuran pH, nilai yang terukur adalah konsentrasi ion-ion H^+ yang menunjukkan total asam terdisosiasi, sedangkan TAT merupakan pengukuran untuk semua komponen asam, baik yang terdisosiasi maupun tidak terdisosiasi (Elisabeth 2003).

Secara keseluruhan nilai total asam laktat (TAT) yogurt hasil penelitian ini telah sesuai dengan syarat mutu SNI untuk yogurt yaitu 0.5-2.0% b/b. Berdasarkan uji ANOVA (**Lampiran 9**), setiap perlakuan penambahan bahan penstabil memberikan perbedaan yang nyata pada nilai TAT. Penambahan pati jagung cenderung memberikan rata-rata nilai total asam laktat yang lebih besar dibanding penambahan CMC, nilai rata-rata TAT terbesar adalah pada yogurt sinbiotik F3 dengan penambahan pati jagung 1.5%, yaitu sebesar 1.704% asam laktat. Hal ini sejalan dengan nilai pH yogurt sinbiotik F3 dengan penambahan pati jagung yang lebih asam dibandingkan yogurt sinbiotik F3 dengan penambahan CMC sehingga nilai TAT rata-ratanya pun lebih besar.

Rata-rata nilai viskositas yogurt yang dihasilkan berkisar antara 1200-13000 cP. Rata-rata nilai viskositas terbesar dihasilkan pada yogurt dengan pati jagung 2.0%, dan viskositas terkecil pada yogurt dengan CMC 0.2%. Menurut Robinson *et al.* (2006), penurunan pH hingga 5.0 atau lebih rendah akibat peningkatan jumlah asam laktat di dalam produk akan menyebabkan misela kasein yang tidak stabil dikarenakan perubahan kompleks koloidal kalsium-fosfat (CCP) menjadi fraksi kalsium-fosfat yang larut. Kompleks koloidal kalsium-fosfat yang larut pada pH yang lebih rendah mendekati titik isoelektrik kasein (4.6) menyebabkan kasein membentuk struktur gel yang lebih padat (Lee dan Lucey 2004).

Secara keseluruhan, dapat diketahui bahwa rata-rata viskositas terbesar diperoleh pada yogurt dengan penambahan bahan penstabil pati jagung daripada CMC. Berdasarkan analisis ANOVA (**Lampiran 10**), perlakuan penambahan bahan penstabil pati jagung dan CMC memberikan pengaruh nyata pada nilai viskositas yogurt. Menurut Chandan *et al.* (2006), viskositas set yogurt komersial umumnya berada pada kisaran 12000-30000 cP. Berdasarkan acuan tersebut, yang menghasilkan yogurt dengan nilai viskositas yang memenuhi kisaran tersebut adalah yogurt dengan penambahan bahan penstabil pati jagung 1.75% dan 2.0%, masing-masing sebesar 12300 cP dan 13000 cP.

Dari hasil pengamatan terhadap parameter sensori, fisik, serta kimia pada formula yogurt F3 yang ditambah bahan penstabil, dapat diketahui bahwa penambahan bahan penstabil pati jagung memberikan hasil yogurt yang lebih baik. Ketiga konsentrasi pati jagung yaitu 1.5, 1.75, dan 2.0% memberikan hasil yang berbeda. Yogurt dengan penstabil pati jagung 1.75 dan 2.0% mempunyai tekstur yang lebih lembut dan *whey* yang lebih sedikit daripada yang menggunakan pati jagung 1.5%. Penambahan pati jagung 1.75% dan 2.0% juga memberikan viskositas yogurt yang lebih kental dibanding penambahan pati jagung 1.5%. Ditinjau dari segi ekonomis penggunaan bahan dan karakteristik sensori kedua formula yang serupa dengan nilai pH yang lebih rendah dan total asam laktat yang lebih besar, maka penggunaan pati jagung 1.75% lebih efektif bila dibandingkan dengan penambahan pati jagung 2.0%. Sehingga, dalam penelitian tahap selanjutnya bahan penstabil yang akan digunakan adalah pati jagung dengan konsentrasi 1.75%.

4.3 PENAMBAHAN FLAVOR DAN KARAKTERISTIK SENSORI YOGURT SINBIOTIK

Aplikasi penambahan flavor selanjutnya dilakukan terhadap yogurt F3 dengan penambahan pati jagung 1.75%. Penambahan flavor ini dilakukan untuk mendapatkan variasi produk sehingga dapat meningkatkan daya terima konsumen. Yogurt sinbiotik diberi penambahan flavor berupa vanila sebanyak 0.1% dan 0.2%, serta ekstrak stroberi sebanyak 1% dan 2%. Konsentrasi penambahan

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

flavor terbaik diperoleh dengan uji organoleptik pada keempat formula. Formula yang paling disukai merupakan formula terpilih untuk masing-masing flavor (vanila dan stroberi). Parameter mutu produk yang diuji meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan (*overall*) produk. Kuesioner yang digunakan dalam uji sensori dapat dilihat pada **Lampiran 11**.

4.3.1 Warna dan Aroma Yogurt Sinbiotik

a. Warna

Warna adalah atribut sensori yang pertama dilihat dalam memilih produk dan mempengaruhi kesukaan konsumen. Warna harus menarik, menyenangkan, seragam serta dapat mewakili cita rasa yang ditambahkan (Arbuckle 1986). Pada penelitian ini, flavor yang digunakan adalah vanila dan ekstrak stroberi, tanpa penambahan pewarna. Yogurt *plain* dan vanila tetap berwarna putih kekuningan, sedangkan yogurt stroberi berwarna putih pucat agak kemerahan karena pengaruh dari ekstrak stroberi yang ditambahkan.

Dari hasil uji rating hedonik terhadap warna dari kelima formula yogurt sinbiotik (**Lampiran 12**), dapat diketahui bahwa yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor stroberi 1% (5.60) mempunyai nilai kesukaan tertinggi, dilanjutkan yogurt vanila 0.1% (5.53), yogurt *plain* (5.40), stroberi 2% (4.97), dan vanila 0.2% (4.77). Berdasarkan hasil analisis ANOVA (**Lampiran 13**) terlihat bahwa penambahan flavor ketiga formula dengan nilai kesukaan paling tinggi tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 0.05%.

b. Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter sensori yang diperhatikan dalam memilih makanan. Pada jenis makanan seperti yogurt, aroma sangat mempengaruhi nilai kesukaan konsumen karena yogurt, sebagai salah satu produk fermentasi, menghasilkan aroma yang khas. Hal tersebut juga merupakan salah satu syarat mutu yogurt dalam SNI 2981-2009 tentang yogurt yang menyebutkan aroma (bau) yogurt harus normal (khas yogurt). Aroma yogurt yang khas disebabkan oleh adanya komponen asam laktat, asetaldehid, dan senyawa-senyawa volatil lain yang diproduksi oleh kultur starter sebagai hasil fermentasi (Tamime dan Robinson 2007).

Hasil uji rating hedonik untuk aroma kelima yogurt sinbiotik (**Lampiran 14**) menunjukkan bahwa aroma yogurt sinbiotik dengan nilai kesukaan paling tinggi adalah yogurt vanila 0.1% (5.17), kemudian stroberi 1% (4.73), vanila 0.2% (4.63), stroberi 2% (4.63), dan yogurt *plain* (4.60). Namun, berdasarkan hasil uji ANOVA (**Lampiran 15**), nilai kesukaan terhadap kelima formula yogurt sinbiotik tersebut tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 0.05%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kelima formula yogurt yang dihasilkan sama-sama disukai dan dapat diterima oleh konsumen. Bila dikombinasikan antara atribut warna dan aroma yogurt sinbiotik, maka yogurt vanila 0.1% merupakan formula yang paling disukai oleh panelis.

4.3.2 Tekstur Yogurt Sinbiotik

Tekstur yogurt yang diinginkan dalam penelitian adalah tekstur yogurt yang kompak dan lembut karena yogurt yang dihasilkan merupakan set yogurt. Tekstur ini terbentuk karena aktivitas kultur starter yang menghasilkan asam laktat sehingga mengkoagulasi protein susu.

Berdasarkan hasil uji rating hedonik terhadap tekstur kelima formula yogurt (**Lampiran 16**) dengan analisis ANOVA (**Lampiran 17**) dapat diketahui bahwa kesukaan panelis terhadap tekstur yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor berbeda nyata dengan yogurt *plain*. Yogurt stroberi 1% (5.37) memiliki nilai kesukaan tertinggi, kemudian stroberi 2% (5.00), vanila 0.1% (4.77), yogurt *plain* (4.60), dan vanila 0.2% (3.83).

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

4.3.3 Rasa Yogurt Sinbiotik

Rasa merupakan parameter penting dalam memilih makanan oleh konsumen. Rasa makanan yang sesuai dengan selera konsumen akan memberikan alasan tersendiri untuk mengkonsumsi makanan tersebut. Menurut SNI 2981-2009, yogurt harus memiliki rasa asam yang khas. Rasa asam yogurt sebagian besar disebabkan oleh adanya asam laktat sebagai hasil dari fermentasi susu oleh kultur starter. Penambahan flavor pada yogurt umumnya tidak akan menghilangkan rasa asam khas yogurt.

Dari hasil uji rating hedonik untuk rasa yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor (**Lampiran 18**), dapat diketahui bahwa nilai kesukaan tertinggi ada pada rasa yogurt vanila 0.1% (5.20), stroberi 1% (5.07), stroberi 2% (4.40), vanila 0.2% (4.23), dan yogurt *plain* (3.83). Hasil uji ANOVA (**Lampiran 19**) menunjukkan bahwa penambahan flavor dapat memberikan perbedaan nyata terhadap penerimaan konsumen akan rasa yogurt.

4.3.4 Keseluruhan Yogurt Sinbiotik

Dari hasil uji hedonik terhadap keseluruhan (*overall*) parameter yogurt (**Lampiran 20**) dapat diketahui bahwa yogurt stroberi 1% (5.17) memiliki nilai kesukaan tertinggi, kemudian yogurt vanila 0.1% (5.03), stroberi 2% (4.67), vanila 0.2% (4.27), dan yogurt *plain* (4.10). Hasil uji ANOVA (**Lampiran 21**) menunjukkan bahwa penambahan flavor dapat memberikan perbedaan nyata terhadap penerimaan konsumen akan rasa yogurt. Secara umum dapat dilihat bahwa hasil ini menyerupai urutan kesukaan konsumen pada rasa yogurt. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa parameter utama yang dinilai konsumen adalah rasa.

4.3.5 Uji Rangking

Uji rangking dilakukan untuk mengetahui jenis konsentrasi flavor terbaik untuk diaplikasikan pada pembuatan yogurt sinbiotik yang kemudian akan dianalisis lebih lanjut. Hasil uji rangking terhadap kelima sampel yogurt sinbiotik (**Lampiran 22**) menunjukkan bahwa yogurt berflavor stroberi 1% dan vanila 0.1% memiliki nilai rangking rata-rata terbaik, yaitu masing-masing 2.20 dan 2.70. Yogurt *plain* memiliki nilai rata-rata rangking terendah dengan nilai 3.80. Dengan demikian, yogurt yang dianalisis lebih lanjut adalah yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor stroberi 1% dan vanila 0.1%.

Rekapitulasi keseluruhan data hasil uji sensori terhadap kelima sampel yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor (**Lampiran 23**) menunjukkan bahwa yogurt yang paling disukai adalah yogurt F3 dengan penambahan flavor stroberi 1% dan vanila 0.1%. Hal ini dapat dilihat dari nilai kesukaan terhadap kedua yogurt yang bernilai lebih tinggi dibandingkan formula yogurt yang lain dalam setiap parameter, serta memiliki nilai peringkat kesukaan paling tinggi. Menurut O'Rell dan Chandan (2006), yogurt dengan flavor stroberi dan vanila merupakan yogurt dengan nilai penjualan terbesar urutan pertama dan kedua di dunia. Secara keseluruhan, dapat diketahui bahwa penambahan flavor pada yogurt dapat meningkatkan penerimaan konsumen.

4.4 KARAKTERISTIK MUTU YOGURT SINBIOTIK

Analisis karakteristik mutu yogurt yang dilakukan meliputi analisis proksimat (kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat), analisis cemaran logam, serta analisis cemaran mikrobiologi. Analisis dilakukan terhadap yogurt *plain* (yogurt tanpa penambahan flavor), yogurt stroberi 1%, dan yogurt vanila 0.1%.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 5. Hasil uji karakteristik mutu yogurt

Karakteristik Mutu	Satuan	Yogurt Plain	Yogurt Stroberi 1%	Yogurt Vanila 0.1%	SNI Yogurt 2981-2009
Air	% b/b	74.53	75.59	74.90	-
Abu	% b/b	1.00	1.00	1.00	maks. 1.00
Lemak	% b/b	0.16	0.16	0.16	maks. 0.5 (tanpa lemak)
Protein	% b/b	6.14	5.79	5.88	min. 2.7
Karbohidrat	% b/b	18.17	17.46	18.06	-
Cemaran Logam					
Timbal (Pb)	mg/kg	-	< 0.030	< 0.030	maks. 0.3
Tembaga (Cu)	mg/kg	-	1.92	8.78	maks. 20.0
Timah (Sn)	mg/kg	-	< 0.010	< 0.010	maks. 40.0
Raksa (Hg)	mg/kg	-	< 0.001	< 0.001	maks. 0.03
Arsen (As)	mg/kg	-	< 0.010	< 0.010	maks. 0.1
Cemaran Mikroba					
Bakteri koliform	APM/g	< 3	< 3	< 3	maks. 10
Salmonella	-	negatif	negatif	negatif	negatif/25 g

Berdasarkan hasil uji karakteristik mutu pada formula yogurt dengan flavor terpilih (Tabel 6), diketahui bahwa semua kriteria uji yogurt yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 2981-2009 untuk yogurt. Dalam hal kadar lemaknya, yogurt yang dihasilkan termasuk kategori yogurt tanpa lemak dengan rata-rata kadar lemak hanya 0.16%. Yogurt yang dihasilkan juga memiliki kadar protein yang cukup tinggi dibanding standar SNI. Hal ini disebabkan yogurt diproduksi dari susu skim bubuk yang memiliki kadar protein tinggi, tetapi rendah kadar lemaknya. Menurut Rahman *et al.* (1992) lemak mempengaruhi viskositas yogurt dan menghasilkan cita rasa *creamy*. Selama fermentasi dapat terjadi pemecahan komponen lemak oleh kultur bakteri, namun biasanya proses lipolitik ini hanya sedikit terjadi.

Kadar protein yogurt sinbiotik yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 5.79 – 6.14%. Menurut Tamime dan Robinson (2007), kandungan protein merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan mutu yogurt karena berperan dalam membentuk viskositas yogurt. Semakin tinggi kadar proteinnya, viskositas yogurt akan semakin meningkat. Menurut Helferich dan Westhoff (1980), protein yogurt lebih mudah dicerna dibandingkan protein susu. Yogurt mengandung asam-asam amino esensial seperti leusin, lisin, fenilalanin, tirosin, dan valin yang tinggi.

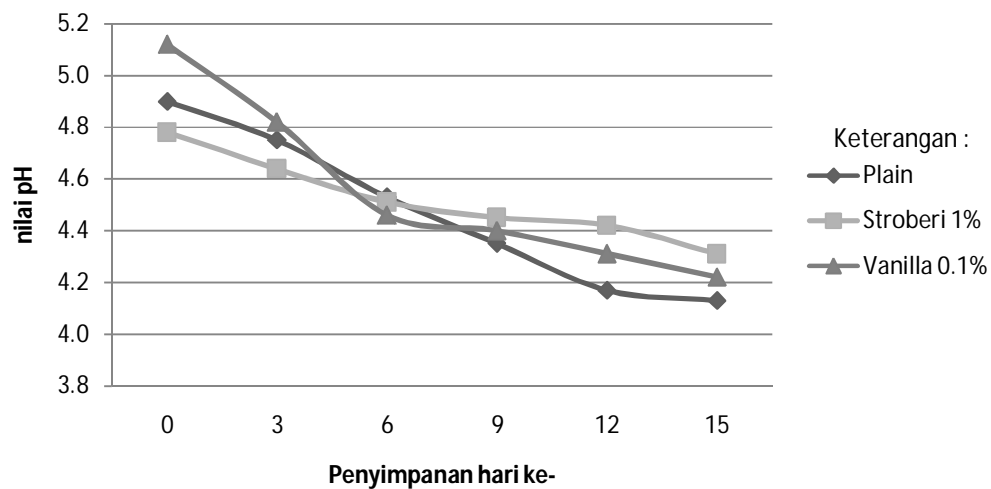
Menurut Tamime dan Robinson (2007), proses fermentasi susu pada yogurt akan sedikit meningkatkan kandungan mineralnya. Namun, kelebihan adalah daya cerna mineral pada yogurt lebih tinggi daripada mineral susu (Helferich dan Westhoff, 1980). Kandungan mineral pada yogurt sebagian besar berasal dari susu sebagai bahan utamanya. Kandungan mineral tersebut antara lain kalsium (Ca), fosfor (P), besi (Fe), natrium (Na), dan kalium (K). Analisis cemaran logam berat menunjukkan bahwa yogurt yang dihasilkan masih berada pada standar SNI 2981-2009. Sumber cemaran logam berat bisa berasal dari bahan baku, air, maupun peralatan yang digunakan dalam proses produksi yogurt.

Analisis cemaran mikroba meliputi analisis kandungan bakteri koliform dan Salmonella. Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa hasil analisis terhadap bakteri koliform pada yogurt sinbiotik sebesar <3 APM/g dan uji kandungan Salmonella diketahui negatif. Hal ini sesuai dengan standar yang ditetapkan SNI bahwa kandungan bakteri koliform pada yogurt maksimal 10 APM/g dan Salmonella negatif untuk setiap 25g yogurt. Bakteri patogen seperti koliform, Salmonella, dan *Listeria monocytogenes* biasanya tidak dapat tumbuh pada suasana asam seperti pada yogurt (Robinson dan Itsaranuwat 2006). Namun, jika bakteri tersebut masih terdapat di dalam produk,

kemungkinan terjadi akibat adanya kontaminasi dan sanitasi yang tidak baik selama proses pembuatan yogurt.

4.5 STABILITAS YOGURT SINBIOTIK SELAMA PENYIMPANAN

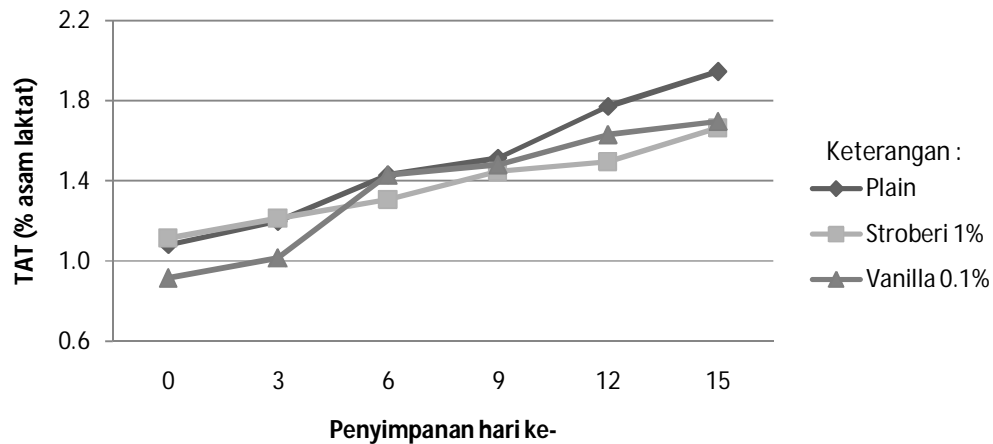
Uji stabilitas selama penyimpanan dilakukan untuk melihat perubahan mutu yang terjadi pada produk yogurt selama penyimpanan. Penyimpanan dilakukan di dalam refrigerator (10°C) selama 15 hari, dan pengamatan dilakukan setiap 3 hari. Perubahan mutu yang diamati meliputi perubahan nilai pH, total asam tertitrasi (TAT), viskositas, viabilitas BAL, dan kontaminan kapang khamir, serta perubahan mutu sensori. Pengujian dilakukan terhadap yogurt *plain* (yogurt tanpa penambahan flavor), yogurt stroberi 1%, dan yogurt vanila 0.1%.



Gambar 3. Perubahan nilai pH yogurt selama penyimpanan

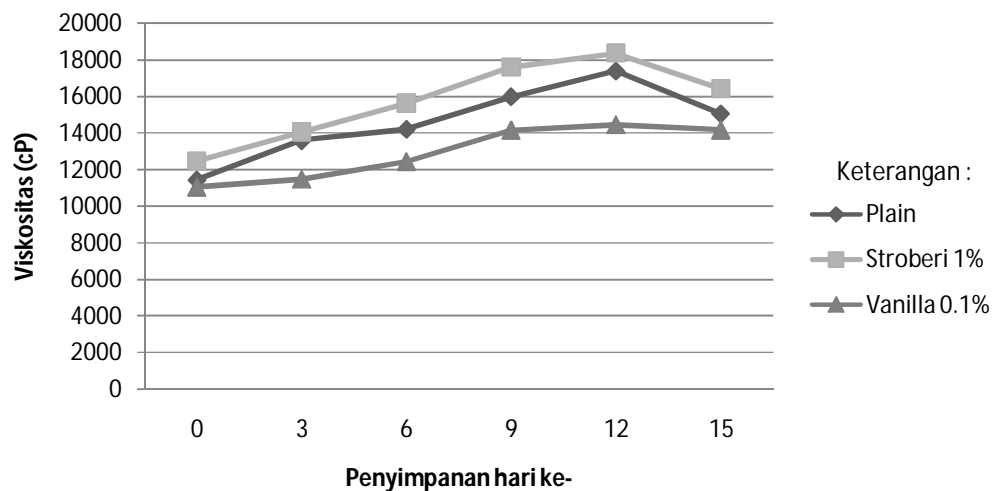
Nilai pH yogurt selama penyimpanan cenderung mengalami penurunan (**Gambar 3**), sedangkan nilai TAT yogurt mengalami peningkatan (**Gambar 4**). Penurunan pH yogurt diduga mungkin disebabkan oleh asam laktat yang dihasilkan selama penyimpanan. Hal ini sejalan dengan peningkatan nilai TAT yogurt yang dihitung sebagai total asam laktat (Beal *et al.* 1998; Al-Kadamany *et al.* 2002). Derajat keasaman yogurt dipengaruhi oleh aktivitas kultur starter untuk memfermentasi gula menjadi sebagian asam laktat dan sejumlah kecil asam lainnya (Tamime dan Robinson 2007). Penurunan pH ini berpengaruh terhadap rasa asam dan aroma khas yogurt yang meningkat selama penyimpanan (Helferich dan Westhoff, 1980). Menurut Jay (2000), yogurt umumnya mempunyai pH yang baik dengan nilai berkisar pada 3.5-4.5. Setelah penyimpanan selama 15 hari, ketiga yogurt sinbiotik masih memenuhi kriteria tersebut dengan rata-rata nilai pH yogurt berada pada kisaran 4.1-4.3. Selama 15 hari penyimpanan, total asam laktat dari yogurt tersebut juga masih terdapat pada kisaran standar SNI yogurt (2009) yaitu antara 0.5-2.0%, sehingga selama masa penyimpanan nilai total asam yogurt masih memenuhi kriteria standar SNI.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 4. Perubahan Total Asam yogurt selama penyimpanan

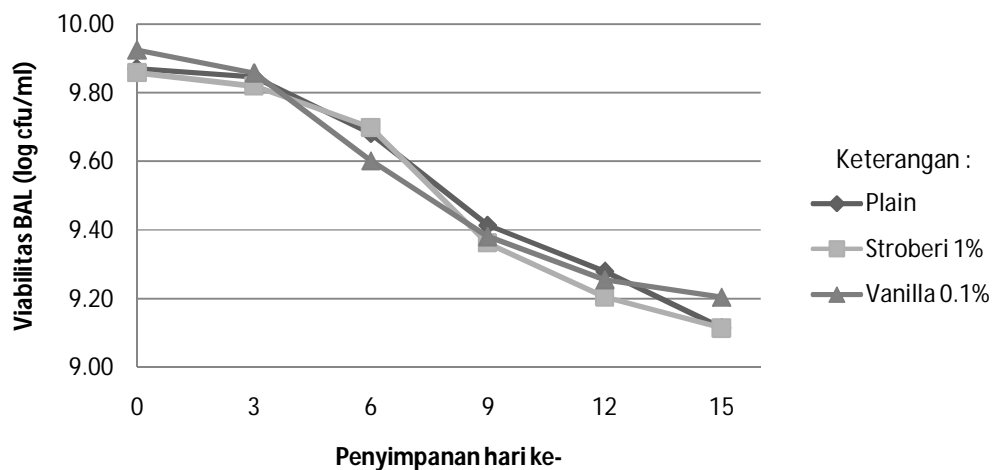
Selama proses penyimpanan, viskositas yogurt mengalami perubahan (Gambar 5) dari kisaran 11.000-12.500 cP pada awal penyimpanan menjadi pada kisaran 14.000-16.500 cP pada penyimpanan hari ke 15. Menurut Rahayu dan Christanti (1991), semakin lama suatu produk disimpan, kemampuan partikel protein di dalamnya untuk bersatu semakin besar sehingga akan terbentuk partikel yang berat dan mudah mengendap. Proses pendinginan dan penyimpanan setelah fermentasi menyebabkan peningkatan viskositas karena hidrasi protein dan pematangan struktur gel yogurt. Selain itu, perubahan derajat keasaman susu dapat mempengaruhi titik isoelektrik protein yang diduga dapat menyebabkan perubahan kelarutan protein. Sedangkan penurunan viskositas kemungkinan disebabkan oleh adanya protein yang membentuk koloid dan terdegradasi selama penyimpanan. Menurut Chandan et al. (2006), viskositas set yogurt komersial umumnya berada pada kisaran 12000 - 30000 cP.



Gambar 5. Viskositas yogurt selama penyimpanan

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Viabilitas BAL yogurt mengalami penurunan selama penyimpanan (**Gambar 6**). Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya laktosa sebagai sumber karbon utama BAL. Selain itu, penurunan jumlah bakteri asam laktat juga disebabkan adanya akumulasi hasil metabolisme bakteri asam laktat terutama asam laktat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri itu sendiri (Con *et al.* 1995).



Gambar 6. Viabilitas BAL yogurt selama penyimpanan

Walaupun demikian, viabilitas BAL yogurt setelah penyimpanan 15 hari masih tergolong tinggi untuk dikonsumsi yaitu lebih dari 10^9 cfu/ml. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa dosis terapinya adalah berkisar antara 10^7 - 10^8 cfu/ml sel hidup (Kailasapathy dan Rybka 1997), harus mencapai 10^8 sel probiotik hidup per hari (Lourens-Hattingh dan Viljoen, 2001), atau minimum 10^5 sel hidup setiap gram atau ml produk (Farida 2005). Walaupun demikian, dosis tersebut sebetulnya sangat tergantung dari jenis makanan dan strain yang digunakan (Rahayu 2004). Penelitian yang dilakukan oleh Nighswonger *et al.* (1996) menunjukkan bahwa yogurt dengan viabilitas berkisar pada 10^7 cfu/ml saat masa awal penyimpanan dapat tetap mempertahankan viabilitasnya setelah 28 hari penyimpanan pada suhu 7°C .

Kerusakan pada yogurt akibat kontaminasi mikroba khususnya oleh kapang dan khamir yang relatif tahan terhadap suasana asam (dengan kisaran pH pertumbuhan yang luas, yaitu 2.5 sampai 8.5) dan hidup pada produk dengan kadar gula tinggi. Pengujian terhadap total kapang dan khamir dalam yogurt selama penyimpanan dengan media APDA menunjukkan bahwa tidak terdapat pertumbuhan kapang dan khamir. Menurut Rahman *et al.* (1992), maksimal pertumbuhan untuk kapang adalah 10 cfu/ml dan maksimal untuk khamir adalah 100 cfu/ml. Kapang yang mungkin tumbuh pada permukaan yogurt adalah dari genus *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*.

Dari hasil pengujian stabilitas yogurt sinbiotik selama penyimpanan terhadap beberapa parameter seperti nilai pH, total asam, viskositas, viabilitas BAL, maupun pertumbuhan kapang dan khamir, dapat diketahui bahwa yogurt yang dihasilkan masih dapat dikonsumsi sampai 15 hari penyimpanan. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui batas kadaluarsa dari yogurt tersebut. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Vargas *et al.* (1989) di dalam Salvador dan Fiszman (2004), yogurt yang disimpan pada suhu pada suhu 5°C memiliki daya simpan sampai dengan 5 minggu. Sedangkan dari hasil penelitian Salvador dan Fiszman (2004), set yogurt yang disimpan pada suhu 10°C dengan lama penyimpanan 91 hari sudah tidak memenuhi kriteria mutu yogurt, baik secara sensori, kimia, maupun mikrobiologi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah keempat formula yogurt sinbiotik (FOS 5%) dalam penelitian ini memiliki efek antibakteri. Pengujian antibakteri dari keempat formula yogurt terhadap bakteri patogen EPEC yang dapat menyebabkan diare menunjukkan efek penghambatan pada pertumbuhan EPEC dengan rata-rata jumlah penurunan EPEC sebanyak 2 satuan log pada waktu kontak 2 jam, 3 satuan log pada waktu kontak 4 jam, dan 4 satuan log pada waktu kontak 6 jam. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa keempat formula yogurt tidak berbeda nyata dalam jumlah penurunan EPEC pada setiap waktu kontak dan juga nilai pH yogurt yang dihasilkan. Dari segi organoleptik, yogurt F3 menunjukkan penampakan (konsistensi) yang terbaik yaitu jumlah whey yang paling sedikit. Yogurt F3 yang mengandung *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, dan probiotik *L. fermentum* 2B4, serta FOS 5% dipilih sebagai formula yang dikembangkan (dioptimalkan) pada tahap selanjutnya.

Penambahan bahan penstabil pati jagung menghasilkan yogurt dengan karakteristik mutu yang lebih baik dibandingkan penambahan CMC. Konsentrasi penambahan pati jagung optimum adalah sebanyak 1.75%. Penambahan flavor dilakukan terhadap yogurt sinbiotik F3 dengan penambahan penstabil pati jagung 1.75%. Flavor yang ditambahkan adalah vanila 0.1%, vanila 0.2%, stroberi 1%, dan stroberi 2%. Berdasarkan uji sensori, yogurt dengan tingkat kesukaan panelis paling tinggi adalah yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor stroberi 1% dan vanila 0.1%.

Analisis karakteristik mutu yogurt sinbiotik yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, cemaran logam, dan cemaran mikroba. Yogurt sinbiotik yang dihasilkan memenuhi kriteria mutu SNI yogurt 2981-2009. Yogurt stroberi 1% memiliki kandungan air 75.59%, abu 1%, lemak 0.16%, protein 5.79%, dan karbohidrat 17.46%, sedangkan yogurt vanila 0.1% memiliki kandungan air 74.90%, abu 1%, lemak 0.16%, protein 5.88%, dan karbohidrat 18.06%. Cemaran logam dan mikroba pada kedua formula yogurt sinbiotik juga telah sesuai dengan persyaratan mutu SNI 2981-2009. Kandungan cemaran logam dan mikroba pada yogurt stroberi 1% untuk Pb <0.030 mg/kg, Cu 1.92 mg/kg, Sn <0.010 mg/kg, Hg <0.001 mg/kg, As <0.010 mg/kg, bakteri koliform <3 APM/g, dan Salmonella negatif. Sedangkan pada yogurt vanila 0.1% untuk Pb <0.030 mg/kg, Cu 8.78 mg/kg, Sn <0.010 mg/kg, Hg <0.001 mg/kg, As <0.010 mg/kg, bakteri koliform <3 APM/g, dan Salmonella negatif.

Pada uji stabilitas selama penyimpanan yang dilakukan selama 15 hari pada suhu 10°C, nilai pH yogurt mengalami penurunan sedangkan nilai TAT mengalami peningkatan. Viskositas yogurt selama penyimpanan meningkat dibandingkan pada awal penyimpanan. Viabilitas BAL cenderung mengalami penurunan selama penyimpanan, namun tetap bertahan pada kisaran 9 log cfu/ml. Pertumbuhan kontaminan kapang dan khamir juga tidak terdeteksi selama penyimpanan. Dari hasil uji stabilitas penyimpanan selama 15 hari pada suhu 10°C, yogurt sinbiotik yang dihasilkan masih memenuhi kriteria mutu SNI 2981-2009 dan masih dapat dikonsumsi.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan pengujian daya antibakteri formula yogurt secara *in vivo* pada hewan percobaan dan pengujian masa kadaluarsa dari produk yogurt tersebut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kadamany E, I Toufeili, M Khattar, Y Abou-Jawdeh, S Harakeh, T Haddad. 2002. Determination of shelf life of concentrated yogurt (labneh) produced by in-bag straining of set yogurt using hazard analysis. *J Dairy Sci* 85: 1023-1030.
- Andersson H, Asp N-G, Bruce A, Roos S, Wadstrom T, Wold AE. 2001. Health effects of probiotics and prebiotics: A literature review on human studies. *Scand J Nutr* 45: 58-75.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 1995. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry. Washington DC: AOAC Intl.
- Arbuckle WS. 1986. Ice Cream. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc.
- Arief II, RRA Maheswari, T Suryati. 2008. Aktivitas antimikroba bakteri asam laktat yang diisolasi dari daging sapi. Makalah Seminar Hasil Penelitian Departemen IPTP Fakultas Peternakan IPB, Bogor.
- Artanti A. 2009. Pengaruh Prebiotik Inulin dan Fruktooligosakarida (FOS) terhadap Pertumbuhan Tiga Jenis Probiotik [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- [BAM] Bacteriological Analytical Manual. 2002. BAM Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and The Coliform Bacteria. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM064948>. [19 November 2010]
- [BAM] Bacteriological Analytical Manual. 2007. BAM Chapter 5: Salmonella. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM070149>. [19 November 2010]
- Bao Y, Zhang Y, Zhang Y, Li Y, Wang S, Dong X, Wang Y, Zhang H. 2010. Screening of potential probiotic properties of *Lactobacillus fermentum* isolated from traditional dairy products. *Food Control* 21: 695-701.
- Beal C, Corrieu G, Latrille E, Martin N, dan Skokanova J. 1998. Combined Effect of Culture Conditions and Storage Time on Acidification and Viscosity of Stirred Yoghurt. *J Dairy Sci* 80: 2310-2317.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2009. Syarat mutu yogurt SNI 2981-2009. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Buckle KA, Fleet GH, Edwards RA, dan Wooton M. 1987. Ilmu Pangan. Ed ke-2. Purnomo H dan Adiono, penerjemah. Jakarta: UI Press. Terjemahan dari: Food Science.
- Budiarti S. 1997. Pelekatan pada sel Hep-2 dan keragaman serotipe O *Escherichia coli* enteropatogenik isolat Indonesia. *J Berkala Ilmu Kedokteran* 29: 105-110.
- Chandan RC, White CH, Kilara A, Hui YH. 2006. Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Iowa: Blackwell Publishing.
- Chandan RC, NP Shah. 2006. Functional Foods and Disease Prevention. Di dalam Chandan RC (ed). Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Iowa: Blackwell Publishing.
- Chen Ming-Ju, Kun-Nan Chen, Chin-Wen Lin. 2003. Optimization of the growth rate of probiotics in fermented milk using genetic algorithms and sequential quadratic programming techniques. *Asian-Aust J Anim Sci* 16 (6): 894-902.
- Commane D, R Hughes, C Shortt, I Rowland. 2005. The potential mechanisms involved in the anti-carcinogenic action of probiotics. *Mutation Research* 591: 276-289.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Con AH, Caglar A, Cakmakci S, dan Gokalp HY. 1996. Effects of different fruits and storage periods on microbiological qualities of fruit-flavored yogurt produced in Turkey. *J Food Prod* 59(4): 402-406.
- Davidson PM, Parish ME, Palou E, Vigil ALM. 2005. Methods for activity assay and evaluation of results. *Di dalam* Davidson PM, Sofos JN, Branen AL (ed). *Antimicrobials in Food* 3rd Ed. Boca Raton: CRC Press, pp 659-680.
- de Vrese M, Schrezenmeir J. 2008. Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics. *Di dalam* Scheper T (ed). *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. Berlin: Springer.
- Djouzi Z dan C Andrieux. 1998. Compared effects of three oligosaccharides on metabolism of intestinal microflora in rats inoculated with human fecal flora. *Brit J Nutr* 78: 313-324. *Di dalam* Chen Ming-Ju, Kun-Nan Chen, Chin-Wen Lin. 2003. Optimization of the growth rate of probiotics in fermented milk using genetic algorithms and sequential quadratic programming techniques. *Asian-Aust J Anim Sci* 16 (6): 894-902.
- [EBI] European Bioinformatic Institute. 2010. *Lactobacillus plantarum* is important to the dairy industry for lactic acid production. http://www.ebi.ac.uk/2can/genomes/bacteria/Lactobacillus_plantarum.html. [3 November 2010].
- Elisabeth DAA. 2003. Pembuatan Yogurt Sinbiotik Menggunakan Kultur Campuran: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei* strain shirota, dan *Bifidobacterium breve* [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2006. Probiotics in food health and nutritional properties and guidelines for evaluation. FAO Food and Nutrition Paper. Roma: World Health Organization and Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- _____. 2007. FAO Technical Meeting on Prebiotics. Roma: Food Quality and Standards Service (AGNS) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Farida E. 2005. Seleksi Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik dan Evaluasi Penempelannya secara *In Vitro* [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Franck A, LD Leenher. 2005. Inulin. *Di dalam* Steinbuechel A, Rhee SK (ed). *Polysaccharides and Polyamides in The Food Industry Volume I*. Weinheim : Wiley VCH.
- Franck A. 2008. Food applications of prebiotics. *Di dalam* Gibson GR, Roberfroid MB (ed). *Handbook of Prebiotics*. Boca Raton: CRC Press, pp 437-448.
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology* 66: 365-378. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Gibson GR, MB Roberfroid. 1995. Dietary modulation of human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J Nutrition* 125: 1401-1412.
- _____. 2008. *Handbooks of Prebiotics*. Boca Raton : CRC Press.
- Gilliland SE. 1979. Beneficial inter-relationship between certain microorganisms and humans: Candidate microorganisms for use as dietary adjuncts. *J of Food Protection* 42: 164-167. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- _____. 1989. Acidophilus milk products: a review of potential benefits to consumer. *J of Dairy Sci* 72: 2483-2494. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Gorbach SL, Chang TW, Goldin B. 1987. Successful treatment of relapsing *Clostridium difficile* colitis with *Lactobacillus GG*. *The Lancet* 2 (8574): 1519. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Gurr MI. 1987. Nutritional aspects of fermented milk products. The Hogue: 641-655. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Helferich W dan Westhoff D. 1980. All About Yogurt. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Holzapfel WH dan U Schillinger. 2002. Introduction to pre and probiotics. *Food Res Int* 35: 109-116. *Di dalam* Chen Ming-Ju, Kun-Nan Chen, Chin-Wen Lin. 2003. Optimization of the growth rate of probiotics in fermented milk using genetic algorithms and sequential quadratic programming techniques. *Asian-Aust J Anim Sci* 16 (6): 894-902.
- Jay JM. 2000. *Modern Food Microbiology* 6th Ed. New York: D. van Nostrand Company.
- Kailasapathy K, Rybka S. 1997. *L. acidophilus* and *Bifidobacterium spp.* – their therapeutic potential and survival in yogurt. *The Australian J of Dairy Technology* 52: 28-35. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Kaplan H, RW Hutkins. 2000. Fermentation of fructooligosaccharides by lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 66 (6): 2682-2684.
- Kullisaar T, E Songisepp, M Mikelsaar, K Zilmer, T Vihalemm, M Zilmer. 2003. Antioxidative probiotic fermented goats' milk decreases oxidative stress-mediated atherogenicity in human. *Br J Nutr* 90: 449-456. *Di dalam* Liong M. 2007. Probiotics: a critical review of their potential role as antihypertensives, immune modulators, hypocholesterolemics, and perimenopausal treatments. *Nutrition Reviews* 65 (7): 316-328.
- Lee WJ, JA Lucey. 2004. Structure and physical properties of yogurt gels: effect of inoculation rate and incubation temperature. *J Dairy Sci* 87: 3153-3164.
- Lee YK, S Salminen. 2009. *Handbook of Probiotics and Prebiotics* 2nd Ed. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Liong M. 2007. Probiotics: a critical review of their potential role as antihypertensives, immune modulators, hypocholesterolemics, and perimenopausal treatments. *Nutrition Reviews* 65 (7): 316-328.
- Lisal JS. 2005. Konsep Probiotik dan Prebiotik untuk Modulasi Mikrobiota Usus Besar. *J Med Nus Vol.* 26 No. 4.
- Liu Y, M Chen, W Lin. 2002. Studies on Lao-Chao culture filtrate for a flavoring agent in a yogurt-like product. *Asian-Aust J Anim Sci* 15(3): 172-179. *Di dalam* Chen Ming-Ju, Kun-Nan Chen, Chin-Wen Lin. 2003. Optimization of the growth rate of probiotics in fermented milk using genetic algorithms and sequential quadratic programming techniques. *Asian-Aust J Anim Sci* 16 (6): 894-902.
- Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Ma'rifah U. 2008. Pengaruh Penambahan Pati Singkong Modifikasi Ikatan Silang dan Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik terhadap Mutu Yoghurt [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Macfarlane GT, JH Cummings. 1999. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health. *BMJ* 318: 999-1003. *Di dalam* Commane D, R Hughes, C Shortt, I Rowland. 2005. The potential mechanisms involved in the anti-carcinogenic action of probiotics. *Mutation Research* 591: 276-289.
- Manning TS, Rastall R, Gibson G. 2004. Probiotics and Lactic Acid Bacteria. *Di dalam* Salminen S, Wright AV, Ouwehand A (ed). *Lactic Acid Bacteria*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Marlis A. 2008. Isolasi Oligosakarida Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) dan Pengaruh Pengolahan terhadap Potensi Prebiotiknya [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Micanel N, Haynes IN, Playne MJ. 1997. Viability of probiotic cultures in commercial Australian yogurts. *Austr J of Dairy Technol* 52: 24-27. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Muchtadi TR dan Sugiyono. 1992. *Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB.
- Nadal ES, E Sayas-Barbera, J Fernandez-Lopez, A Perez-Alvarez. 2010. Food formulation to increase probiotic bacteria action or population. *Di dalam* Watson RR, VR Preedy. *Bioactive Foods in Promoting Health: Probiotics and Prebiotics*. London: Academic Press.
- Nakazawa Y dan Hosono A. 1992. *Functions of Fermented Milk: Challenge for the Health Science*. London and New York: Elsevier Appl. Science.
- Nighswonger BD, MM Brashears, dan SE Gilliland. 1996. Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in fermented milk products during refrigerated storage. *J Dairy Sci* 79: 212-219.
- O'Rell KR, RC Chandan. 2006. Yogurt: Fruit preparations and flavoring materials. *Di dalam* Chandan RC (ed). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. Iowa: Blackwell Publishing.
- Ouweland AC, PV Kirjavainen, C Shortt, S Salminen. 1999. Probiotic: Mechanism and established effect. *Int Dairy J* 9: 43-52.
- Quigley T. 2008. Monitoring The Growth of *E. coli* with Light Scattering Using The Synergy™ 4 Multi-Mode Microplate Reader with Hybrid Technology™. http://www.biotech.com/resources/docs/E_coli_app_note_final_format-2.pdf. [6 November 2010].
- Rahayu ES. 2004. *Makanan Fermentasi dan Probiotik*. Yogyakarta: Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada.
- Rahayu WP, Christanti W. 1991. Pembuatan soygurt berflavor buah dan mutunya selama penyimpanan. *Bul. Pen. Ilmu Tek. Pangan* III (1) : 59-74.
- Rahman A, S Fardiaz, WP Rahayu, Suliantari, CC Nurwitri. 1992. *Teknologi Fermentasi Susu*. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Rasic JL. 1983. The role of dairy foods containing bifido and acidophilus bacteria in nutrition and health. *North European Dairy Journal* 4: 1-5. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Rastall RA. 2005. Mini Review: Modulation of microbial ecology of the human colon probiotics, prebiotics, and synbiotics to enhance human health: an overview of enabling science and potential applications. *FEMS Microbiology Ecology* 52: 145-152.
- Reddy BS. 1999. Possible mechanisms by which pro and prebiotics influence colon carcinogenesis and health tumor growth. *American Health Foundation*: 1478S-1482S.
- Reid G. 2000. *In vitro* testing of *Lactobacillus acidophilus* NCFM™ as a possible probiotic for the urogenital tract. *International Dairy J* 10: 415-419.
- Rinkinen M, K Jalava, E Westermarck, S Salminen, AC Ouweland. 2003. Interaction between probiotic lactic acid bacteria and canine enteric pathogens: a risk factor for intestinal *Enterococcus faecium* colonization?. *Veterinary Microbiology* 92: 111-119.
- Roberfroid MB. 1997. *Health Benefits of Non-Digestible Oligosaccharides*. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd. *Di dalam* Tamime AY. 2005. *Probiotic Dairy Products*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Robinson RK dan Itsaranuwat P. 2006. Properties of yoghurt and their appraisal. *Di dalam* Tamime AY (ed). *Fermented Milks*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Robinson RK, Lucey JA, dan Tamime AY. 2006. *Manufacture of yoghurt*. *Di dalam* Tamime AY (ed). *Fermented Milks*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Salminen S, C Bouley, MC Boutron-Ruault, J Cummings, A Franck, GR Gibson, E Isolauri, MC Moreau, M Roberfroid, I Rowland. 1998. Functional food science in gastrointestinal physiology and function. *Br J Nutr* 80: S147-S171. *Di dalam* Commane D, R Hughes, C Shortt, I Rowland. 2005. The potential mechanisms involved in the anti-carcinogenic action of probiotics. *Mutation Research* 591: 276-289.
- Salminen S, Von Wright A, dan Ouwehand A. 2004. *Lactic Acid Bacteria*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Salvador A, SM Fiszman. 2004. Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage. *J Dairy Sci* 87 (12): 4033-4041.
- Sandine WE. 1979. Role of *Lactobacillus* in the intestinal tract. *J of Food Protection* 42: 295. *Di dalam* Lourens-Hattingh A, BC Viljoen. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy J* 11: 1-17.
- Sasaki M, Bosman BW dan Tan PS. 1995. Comparison of proteolytic activities in various lactobacilli. *J Dairy Res* 62 (4): 601-610.
- Saulnier DMA, Spinler JK, Gibson GR dan Versalovic J. 2009. Mechanisms of probiosis and prebiosis: Considerations for enhanced functional foods. *Curr Op Biotechnol* 20, 135-141.
- Schneeman BO. 1999. Fiber, inulin, and oligofructose: similarities and differences. *J Nutrition* 129: 1424S-1427S.
- Seveline. 2005. Pengembangan Produk Probiotik dari Isolat Klinis Bakteri Asam Laktat dengan Menggunakan Teknik Pengeringan Semprot dan Pengeringan Beku [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Soedarto YN. 2008. Kajian Regulasi Pangan Fungsional: Studi Kasus Prebiotik, Probiotik, dan Sinbiotik [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Son VM, Chang CC, Wu MC, Guu YK, Chiu CH, Cheng W. 2009. Dietary administration of the probiotic, *Lactobacillus plantarum*, enhanced the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper *Epinephelus coioides*. *Fish and Shellfish Immunology* 26: 691-698.
- Songisepp E, T Kullisaar, P Hutt, P Elias, T Brilene, M Zilmer, M Mikelsaar. 2004. A new probiotic cheese with antioxidative and antimicrobial activity. *J Dairy Sci* 87: 2017-2023.
- Suliantari, R Dewanti-Hariyadi, S Budijanto, D Herawati. 2009. Prinsip proses produksi susu fermentasi. *Di dalam* Palupi NS, D Syah (ed). *Penuntun Praktikum Terpadu Pengolahan Pangan*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fateta, IPB.
- Surono IS. 2004. *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan*. Jakarta: YPMMI.
- Tamime AY, Saarela M, Sondergaard AK, Mistry VV, Shah NP. 2005. Production and maintenance of viability of probiotic micro-organisms in dairy products. *Di dalam* Tamime AY (ed). *Probiotic Dairy Products*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., pp 39-72.
- Tamime AY dan Robinson RK. 2007. *Yogurt Science and Technology* 3rd Ed. New York: Pergamon Press.
- Tungland BC. 2003. Fructooligosaccharides and Other Fructans: Structures and Occurrence, Production, Regulatory Aspect, Food Applications, and Nutritional Health Significance. *Di dalam*: *Probiotic Dairy Products*. Tamime AY. 2005. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
- Vargas LHM, KV Reddy, RSF Da Silva. 1989. Shelf life studies on soy-whey yogurt: a combined sensory, chemical, and microbiological approach. *Lebensm Wiss Technol* 22: 133-137. *Di dalam* Salvador A, SM Fiszman. 2004. Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage. *J Dairy Sci* 87 (12): 4033-4041.
- Vedamuthu E, Rose AH. 1979. *Fermented Foods*. England: Academic Press.
- Wang Y. 2009. Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food Res Int* 42: 8-12.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

- Wikipedia. 2010. *Lactobacillus fermentum*. http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_fermentum. [30 Oktober 2010].
- _____. 2010. *Lactobacillus plantarum*. http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_plantarum. [30 Oktober 2010].
- Winarno FG. 2003. Mikroflora Usus Bagi Kesehatan dan Kebugaran. Makalah Sehari Keseimbangan Flora Usus Bagi Kesehatan dan Kebugaran. Bogor, 15 Februari 2003. Bogor: Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Zhang G dan Ghosh S. 2001. Toll-like receptor-mediated NF-kappaB activation: a phylogenetically conserved paradigm in innate immunity. *J Clin Invest* 107, 13-9.
- Zoumpopoulou G, Foligne B, Christodoulou K, Grangette C, Pot B, Tsakalidou E. 2008. *Lactobacillus fermentum* ACA-DC 179 displays probiotic potential in vitro and protects against trinitrobenzene sulfonic acid (TNBS)-induced colitis and *Salmonella* infection in murine models. *International J of Food Microbiology* 121: 18-26.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC berdasarkan metode kontak

Metode kontak 2 jam

Formula	Nilai Log Kematian EPEC				Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
F1	2.5585	2.1252	3.2355	3.2087	2.7820 ± 0.5382
F2	2.6451	2.5187	2.7202	3.0476	2.7329 ± 0.2257
F3	2.4881	2.4184	2.7915	3.0670	2.6912 ± 0.2983
F4	2.3297	3.0184	3.1150	1.5632	2.5066 ± 0.7196

Metode kontak 4 jam

Formula	Nilai Log Kematian EPEC				Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
F1	2.7174	3.0594	3.3182	2.9889	3.0210 ± 0.2470
F2	3.4260	3.6275	2.4968	3.0540	3.1510 ± 0.4967
F3	3.2663	3.4869	3.3075	4.0872	3.5370 ± 0.3791
F4	3.4267	3.9392	3.4691	3.6121	3.6118 ± 0.2322

Metode kontak 6 jam

Formula	Nilai Log Kematian EPEC				Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
F1	3.6218	4.1314	4.2021	3.9571	3.9781 ± 0.2589
F2	4.5032	4.4719	3.6697	3.6336	4.0696 ± 0.4830
F3	4.2903	5.5399	3.9217	3.4938	4.3114 ± 0.8813
F4	4.2510	4.6682	4.2390	3.6158	4.1935 ± 0.4337

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap aktivitas antibakteri yogurt sinbiotik terhadap EPEC berdasarkan metode kontak

Metode kontak 2 jam

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Penghambatan_2jam

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	115.493 ^a	7	16.499	64.988	.000
Formula	.174	3	.058	.228	.875
Ulangan	.557	3	.186	.731	.559
Error	2.285	9	.254		
Total	117.778	16			

a. R Squared = .981 (Adjusted R Squared = .966)

Metode kontak 4 jam

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Penghambatan_4jam

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	178.835 ^a	7	25.548	204.719	.000
Formula	.999	3	.333	2.669	.111
Ulangan	.393	3	.131	1.049	.417
Error	1.123	9	.125		
Total	179.959	16			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .989)

Metode kontak 6 jam

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Penghambatan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	276.447 ^a	7	39.492	223.360	.000
Formula	.254	3	.085	.478	.705
Ulangan	2.204	3	.735	4.155	.042
Error	1.591	9	.177		
Total	278.038	16			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .990)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 3. Data hasil pengukuran nilai pH formula yogurt sinbiotik

Formula Yogurt	pH		Rata-Rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	
F1	4.45	4.77	4.61 ± 0.23
F2	4.24	4.50	4.37 ± 0.18
F3	4.46	4.56	4.51 ± 0.07
F4	4.20	4.64	4.42 ± 0.31

Lampiran 4. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap nilai pH formula yogurt sinbiotik

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.224(a)	4	.056	5.594	.094
Intercept	160.384	1	160.384	16038.405	.000
Formula Yogurt	.067	3	.022	2.232	.263
ulangan	.157	1	.157	15.680	.029
Error	.030	3	.010		
Total	160.638	8			
Corrected Total	.254	7			

a R Squared = .882 (Adjusted R Squared = .724)

Duncan

Formula Yogurt	N	Subset
		1
F2	2	4.370
F4	2	4.420
F3	2	4.510
F1	2	4.610
Sig.		.094

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .010.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b Alpha = .05.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5. Data hasil pengukuran nilai pH yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Jenis bahan penstabil	pH		Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	
CMC 0.1%	4.920	4.910	4.92 ± 0.01
CMC 0.15%	4.900	4.890	4.90 ± 0.01
CMC 0.2%	4.900	4.900	4.90 ± 0.00
Pati Jagung 1.5%	4.390	4.380	4.39 ± 0.01
Pati Jagung 1.75%	4.390	4.400	4.40 ± 0.01
Pati Jagung 2.0%	4.460	4.460	4.46 ± 0.00
Kontrol	4.590	4.590	4.59 ± 0.00

Lampiran 6. Data hasil pengukuran viskositas yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Jenis bahan penstabil	Viskositas (cP)		Rata-rata (cP)
	Ulangan 1	Ulangan 2	
CMC 0.1%	3400	3200	3300 ± 141
CMC 0.15%	3400	3200	3300 ± 141
CMC 0.2%	1200	1200	1200 ± 0.00
Pati Jagung 1.5%	9000	8800	8900 ± 141
Pati Jagung 1.75%	12400	12200	12300 ± 141
Pati Jagung 2.0%	13200	12800	13000 ± 282
Kontrol	2800	2800	2800 ± 0.00

Lampiran 7. Data hasil pengukuran total asam tertitiasi (TAT) yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Jenis bahan penstabil	Total Asam Tertitiasi (%)		Rata-rata (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	
CMC 0.1%	1.6377	1.6542	1.6459 ± 0.0117
CMC 0.15%	1.5880	1.5880	1.5880 ± 0.0000
CMC 0.2%	1.5549	1.5549	1.5549 ± 0.0000
Pati Jagung 1.5%	1.7038	1.7038	1.7038 ± 0.0000
Pati Jagung 1.75%	1.6542	1.6542	1.6542 ± 0.0000
Pati Jagung 2.0%	1.6377	1.6377	1.6377 ± 0.0000
Kontrol	1.5384	1.5384	1.5384 ± 0.0000

Lampiran 8. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap nilai pH yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	303.264(a)	8	37.908	1326781.875	.000
Sampel	.735	6	.123	4289.667	.000
ulangan	2.86E-005	1	2.86E-005	1.000	.356
Error	.000	6	2.86E-005		
Total	303.265	14			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Duncan

Sampel	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Pati Jagung 1.5%	2	4.3850				
Pati Jagung 1.75%	2	4.3950				
Pati Jagung 2.0%	2		4.4600			
Kontrol	2			4.5900		
CMC 0.15%	2				4.8950	
CMC 0.2%	2				4.9000	
CMC 0.1%	2					4.9150
Sig.		.111	1.000	1.000	.386	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2.86E-005.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 9. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap total asam tertitrasi (TAT) yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.042(a)	7	.006	309.532	.000
Intercept	36.631	1	36.631	1883698.023	.000
ulangan	1.94E-005	1	1.94E-005	1.000	.356
Sampel	.042	6	.007	360.954	.000
Error	.000	6	1.94E-005		
Total	36.673	14			
Corrected Total	.042	13			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .994)

Duncan

Sampel	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Kontrol	2	1.5384					
CMC 0.2%	2		1.5549				
CMC 0.15%	2			1.5880			
Pati Jagung 2.0%	2				1.6377		
CMC 0.1%	2				1.6459	1.6459	
Pati Jagung 1.75%	2					1.6542	
Pati Jagung 1.5%	2						1.7038
Sig.		1.000	1.000	1.000	.111	.111	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.94E-005.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 10. Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap viskositas yogurt F3 dengan penambahan bahan penstabil

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: viskositas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	861222857.143(a)	8	107652857.143	11303.550	.000
ulangan	102857.143	1	102857.143	10.800	.017
Sampel	287680000.000	6	47946666.667	5034.400	.000
Error	57142.857	6	9523.810		
Total	861280000.000	14			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Duncan

Sampel	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
CMC 0.2%	2	1200.00					
Kontrol	2		2800.00				
CMC 0.1%	2			3300.00			
CMC 0.15%	2			3300.00			
Pati Jagung 1.5%	2				8900.00		
Pati Jagung 1.75%	2					12300.00	
Pati Jagung 2.0%	2						13000.00
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 9523.810.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b Alpha = .05.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 11. Kuesioner uji sensori yogurt sinbiotik dengan pena,bahan flavor

Nama : _____ Tanggal : _____
 No. HP : _____ Sampel : Yogurt

Instruksi :

Lakukan pencicipan yogurt satu per satu. Setelah mencicip satu sampel, nilailah **kesukaan** anda terhadap **warna, aroma, rasa, tekstur, dan overall** dengan memberikan angka pada kolom yang tersedia sesuai kode sampel. Selesai menilai, netralkan dengan air minum, kemudian cicip sampel berikutnya dan lakukan penilaian.

Kode Sampel	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Overall
459					
547					
933					
621					
282					

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1 = Sangat tidak suka | 5 = Agak suka |
| 2 = Tidak suka | 6 = Suka |
| 3 = Agak tidak suka | 7 = Sangat suka |
| 4 = Netral | |

Komentar :

UJI RANKING HEDONIK

Instruksi :

Lakukan pencicipan terhadap sampel yogurt, kemudian berilah penilaian dengan mengurutkan dari yang paling Anda sukai (tulis angka 1) hingga yang paling sedikit Anda sukai (tulis angka 5). Anda diperbolehkan mencicip ulang sampel-sampel tersebut sebelum melakukan penilaian.

Kode Sampel	Ranking
459	
547	
933	
621	
282	

Komentar :

Lampiran 12. Data hasil uji rating hedonik terhadap warna yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Panelis	Yogurt Plain	Vanila 0.1%	Vanila 0.2%	Stroberi 1%	Stroberi 2%
1	7	6	6	5	3
2	6	6	6	6	6
3	7	6	6	7	6
4	4	6	3	7	6
5	6	6	5	6	2
6	6	7	3	7	7
7	3	3	2	5	6
8	6	6	5	6	4
9	3	5	4	6	5
10	6	6	6	6	6
11	5	4	4	4	4
12	6	6	6	6	6
13	3	3	3	5	5
14	6	5	7	6	6
15	5	6	4	7	6
16	6	6	2	2	2
17	5	3	3	4	2
18	4	4	3	4	4
19	4	6	6	3	3
20	7	6	5	6	6
21	7	6	6	7	6
22	6	7	5	6	7
23	6	6	6	6	6
24	6	6	6	6	6
25	6	6	5	5	3
26	5	6	6	6	5
27	6	6	2	6	6
28	3	6	6	6	5
29	6	5	6	6	4
30	6	6	6	6	6
Rata-rata	5.40	5.53	4.77	5.60	4.97

Lampiran 13. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap warna yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	134.947(a)	33	4.089	3.609	.000
Intercept	4139.627	1	4139.627	3653.723	.000
panelis	118.773	29	4.096	3.615	.000
sampel	16.173	4	4.043	3.569	.009
Error	131.427	116	1.133		
Total	4406.000	150			
Corrected Total	266.373	149			

a R Squared = .507 (Adjusted R Squared = .366)

Duncan

sampel	N	Subset		
		1	2	3
Vanila 0.2%	30	4.77		
Stroberi 2%	30	4.97	4.97	
Yogurt Plain	30		5.40	5.40
Vanila 0.1%	30		5.53	5.53
Stroberi 1%	30			5.60
Sig.		.468	.053	.498

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.133.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Lampiran 14. Data hasil uji rating hedonik terhadap aroma yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Panelis	Yogurt Plain	Vanila 0.1%	Vanila 0.2%	Stroberi 1%	Stroberi 2%
1	5	7	5	5	5
2	5	6	6	5	4
3	5	5	4	5	5
4	6	5	6	7	6
5	6	3	5	4	5
6	4	3	6	5	4
7	4	6	4	2	6
8	4	4	4	4	4
9	3	5	4	6	4
10	6	6	6	6	6
11	4	4	4	5	5
12	5	6	6	6	6
13	3	5	4	5	3
14	4	5	5	6	5
15	5	7	4	5	4
16	4	6	4	2	4
17	6	5	6	4	4
18	3	6	4	6	6
19	2	5	6	3	4
20	5	3	2	2	4
21	6	7	5	4	4
22	6	7	5	6	5
23	4	5	5	5	5
24	6	6	3	6	6
25	6	5	3	5	2
26	5	5	6	5	5
27	5	2	3	6	6
28	5	5	5	3	5
29	3	6	5	5	3
30	3	5	4	4	4
Rata-rata	4.60	5.17	4.63	4.73	4.63

Lampiran 15. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap aroma yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	73.380(a)	33	2.224	1.918	.006
Intercept	3389.127	1	3389.127	2923.109	.000
panelis sampel	66.673	29	2.299	1.983	.006
Error	6.707	4	1.677	1.446	.223
Total	134.493	116	1.159		
Corrected Total	3597.000	150			
	207.873	149			

a R Squared = .353 (Adjusted R Squared = .169)

Duncan

sampel	N	Subset
		1
Yogurt Plain	30	4.60
Stroberi 2%	30	4.63
Vanila 0.2%	30	4.63
Stroberi 1%	30	4.73
Vanila 0.1%	30	5.17
Sig.		.071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.159.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Lampiran 16. Data hasil uji rating hedonik terhadap tekstur yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Panelis	Yogurt Plain	Vanila 0.1%	Vanila 0.2%	Stroberi 1%	Stroberi 2%
1	3	7	3	5	6
2	6	6	5	6	6
3	5	5	3	6	5
4	3	6	2	7	6
5	5	5	4	6	5
6	6	2	1	7	5
7	5	3	2	6	6
8	3	4	3	5	5
9	3	5	3	6	5
10	6	6	5	6	5
11	4	3	5	5	4
12	5	6	4	5	5
13	3	4	4	5	3
14	4	5	7	5	6
15	5	6	4	5	6
16	2	6	1	6	4
17	5	5	3	6	5
18	3	2	4	6	4
19	4	5	5	5	5
20	6	3	1	5	7
21	5	7	3	7	6
22	6	6	5	6	6
23	5	5	7	6	5
24	6	2	5	4	5
25	5	6	3	3	2
26	5	6	3	5	3
27	6	6	3	6	6
28	6	3	6	2	6
29	4	3	6	3	4
30	4	5	5	6	4
Rata-rata	4.67	4.77	3.83	5.37	5.00

Lampiran 17. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap tekstur yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	96.447(a)	33	2.923	1.693	.022
Intercept	3332.327	1	3332.327	1930.561	.000
panelis sampel	57.473	29	1.982	1.148	.297
Error	38.973	4	9.743	5.645	.000
Total	200.227	116	1.726		
Corrected Total	3629.000	150			
	296.673	149			

a R Squared = .325 (Adjusted R Squared = .133)

Duncan

sampel	N	Subset		
		1	2	3
Vanila 0.2%	30	3.83		
Yogurt Plain	30		4.60	
Vanila 0.1%	30		4.77	4.77
Stroberi 2%	30		5.00	5.00
Stroberi 1%	30			5.37
Sig.		1.000	.271	.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.726.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 18. Data hasil uji rating hedonik terhadap rasa yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Panelis	Yogurt Plain	Vanila 0.1%	Vanila 0.2%	Stroberi 1%	Stroberi 2%
1	3	7	6	5	4
2	3	5	6	5	4
3	5	3	3	6	5
4	6	6	6	6	6
5	2	6	3	7	5
6	1	5	2	5	1
7	5	6	2	3	3
8	3	2	3	5	5
9	2	5	4	7	5
10	5	6	5	5	5
11	5	6	7	3	2
12	4	7	5	6	5
13	4	4	5	5	4
14	4	6	6	6	6
15	5	6	5	6	6
16	1	6	2	4	2
17	5	2	5	3	2
18	2	6	3	7	5
19	2	6	6	5	5
20	5	3	1	5	6
21	5	4	3	5	5
22	5	7	6	7	5
23	3	5	6	6	4
24	6	5	5	4	7
25	6	5	3	3	3
26	3	5	3	6	4
27	6	6	2	5	6
28	3	6	5	2	3
29	3	5	6	4	6
30	3	5	3	6	3
Rata-rata	3.83	5.20	4.23	5.07	4.40

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 19. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap rasa yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	133.747(a)	33	4.053	2.162	.001
Intercept	3100.827	1	3100.827	1654.332	.000
panelis	93.973	29	3.240	1.729	.022
sampel	39.773	4	9.943	5.305	.001
Error	217.427	116	1.874		
Total	3452.000	150			
Corrected Total	351.173	149			

a R Squared = .381 (Adjusted R Squared = .205)

Duncan

sampel	N	Subset		
		1	2	3
Yogurt Plain	30	3.83		
Vanila 0.2%	30	4.23		
Stroberi 2%	30	4.40	4.40	
Stroberi 1%	30		5.07	5.07
Vanila 0..1%	30			5.20
Sig.		.133	.062	.707

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.874.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 20. Data hasil uji rating hedonik terhadap keseluruhan yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Panelis	Yogurt Plain	Vanila 0.1%	Vanila 0.2%	Stroberi 1%	Stroberi 2%
1	3	7	6	5	5
2	3	5	6	6	5
3	5	4	4	6	5
4	5	6	4	7	6
5	3	6	4	7	4
6	1	5	3	6	2
7	4	5	3	4	5
8	3	3	3	4	4
9	3	5	4	6	5
10	5	6	5	5	5
11	4	6	6	4	3
12	5	6	5	6	5
13	3	4	4	5	3
14	5	6	6	6	6
15	5	6	4	5	6
16	2	6	1	2	4
17	5	3	5	4	3
18	2	3	3	6	5
19	3	6	6	5	5
20	6	3	1	4	6
21	6	5	4	6	6
22	5	6	6	6	5
23	4	5	6	6	5
24	6	3	5	5	7
25	6	6	4	5	2
26	4	5	3	6	4
27	6	5	2	6	6
28	4	5	6	2	4
29	4	5	6	4	5
30	3	5	3	6	4
Rata-rata	4.10	5.03	4.27	5.17	4.67

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 21. Data hasil uji rating hedonik metode ANOVA-Duncan terhadap keseluruhan yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	100.980(a)	33	3.060	2.122	.002
Intercept	3238.727	1	3238.727	2245.710	.000
panelis	75.073	29	2.589	1.795	.016
sampel	25.907	4	6.477	4.491	.002
Error	167.293	116	1.442		
Total	3507.000	150			
Corrected Total	268.273	149			

a R Squared = .376 (Adjusted R Squared = .199)

Duncan

sampel	N	Subset	
		1	2
Yogurt Plain	30	4.10	
Vanila 0.2%	30	4.27	
Stroberi 2%	30	4.67	4.67
Vanila 0.1%	30		5.03
Stroberi 1%	30		5.17
Sig.		.086	.131

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.442.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 22. Data hasil uji ranking hedonik terhadap yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Panelis	Yogurt Plain	Vanila 0.1%	Vanila 0.2%	Stroberi 1%	Stroberi 2%
1	5	1	2	3	4
2	5	2	1	4	3
3	2	5	4	1	3
4	4	3	5	1	2
5	5	2	3	1	4
6	5	2	3	1	4
7	2	1	5	3	4
8	4	3	5	1	2
9	5	3	4	1	2
10	4	1	5	3	2
11	3	2	1	4	5
12	5	1	3	2	4
13	4	2	3	1	5
14	3	4	1	2	5
15	4	2	3	1	5
16	4	1	5	3	2
17	2	5	1	3	4
18	5	3	4	1	2
19	5	2	1	3	4
20	2	4	5	3	1
21	3	5	2	4	1
22	3	1	5	2	4
23	5	3	1	2	4
24	2	5	3	4	1
25	4	5	3	2	1
26	5	2	3	1	4
27	2	4	5	3	1
28	2	3	5	1	4
29	5	2	1	4	3
30	5	2	4	1	3
Rata-rata	3.8	2.7	3.2	2.2	3.1

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 23. Rekapitulasi data hasil uji sensori yogurt sinbiotik dengan penambahan flavor

Flavor Yogurt	Nilai kesukaan					Rangking
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Overall	
Plain	5.40 ^{b,c}	4.60 ^a	4.60 ^b	3.83 ^a	4.10 ^a	3.80
Vanila 0.1%	5.53 ^{b,c}	5.17 ^a	4.77 ^{b,c}	5.20 ^c	5.03 ^b	2.70
Vanila 0.2%	4.77 ^a	4.63 ^a	3.83 ^a	4.23 ^a	4.27 ^a	3.20
Stroberi 1%	5.60 ^c	4.73 ^a	5.37 ^c	5.07 ^{b,c}	5.17 ^b	2.20
Stroberi 2%	4.97 ^{a,b}	4.63 ^a	5.00 ^{b,c}	4.40 ^{a,b}	4.67 ^{a,b}	3.10

Keterangan : Nilai kesukaan

- 1= sangat tidak disukai
- 2= tidak disukai
- 3= agak tidak disukai
- 4= netral
- 5= agak disukai
- 6= disukai
- 7= sangat disukai

Nilai sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0.05$)