

Tema Penelitian:
Ketahanan dan Keamanan Pangan

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL



BIO-YOGHURT JAGUNG-KACANG HIJAU SEBAGAI
PANGAN FUNGSIONAL: FORMULASI, KARAKTERISASI
DAN STUDI KELAYAKAN USAHA

Dibiayai oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor : 068/SP2H/LT/DRPM/IV/2017

Dr. Nur Aini, S.TP., M.P NIDN 0001027305
Dr. Ir. V. Prihananto, M.Si. NIDN 0029056403
Gunawan Wijonarko, SP., MP NIDN 0026096904

UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
PURWOKERTO
OKTOBER, 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Bio-yoghurt Jagung-Kacang Hijau Sebagai Pangan
Fungsional: Formulasi, Karakterisasi dan Studi Kelayakan
Usahanya

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr NUR AINI, M.P
Perguruan Tinggi : Universitas Jenderal Soedirman
NIDN : 0001027305
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Nomor HP : 085218005115
Alamat surel (e-mail) : nuraini_munawar@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. Ir V PRIHANANTO
NIDN : 0029056403
Perguruan Tinggi : Universitas Jenderal Soedirman

Anggota (2)
Nama Lengkap : GUNAWAN WIJONARKO S.P
NIDN : 0026096904
Perguruan Tinggi : Universitas Jenderal Soedirman

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : UD Annisa
Alamat : Dusun Garung, Desa Butuh, Kecamatan Kalikajar,
Wonosobo

Penanggung Jawab : Anis Budiyati
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 3 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 90,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 270,000,000

Mengetujui,
Desan Paksi, Pertanian Unsoed



(Dr. P. Anisya Rosyad, MS.)
NIP/NIK 195810271985111001

Kota Purwokerto, 12 - 10 - 2017
Ketua,



(Dr NUR AINI, M.P)
NIP/NIK 197302011997022001

Menyetujui,
Ketua LPPM Unsoed



(Prof. Dr. Iqbal Swarto, MS)
NIP/NIK 196005051986011002
LPPM

RINGKASAN

Yoghurt dari susu nabati juga merupakan satu alternatif pangan fungsional bagi masyarakat, khususnya para vegetarian dan penderita *lactose intolerance*. Alternatif susu nabati yang memiliki potensi untuk diolah menjadi yoghurt adalah susu jagung. Susu jagung memiliki kelemahan yaitu rendah protein (3,12 %), dan adanya asam amino pembatas yaitu lysine. Alternative sumber protein nabati untuk meningkatkan kadar protein adalah kacang hijau, yang mempunyai kadar protein 22 persen. Kacang hijau mempunyai kadar lysine cukup tinggi yaitu 595 mg sehinggapenggabungan dengan jagung dapat melengkapi kandungan asam aminonya. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan yoghurt yang terbuat dari jagung dan kacang hijau sebagai pangan fungsional yang berprotein tinggi.

Penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu formulasi susu jagung, formulasi yoghurt, penyimpanan dan penetapan umur simpan serta kajian preferensi konsumen. Analisa penentuan umur simpan dilakukan pada tiga jenis kemasan, yaitu botol kaca, botol PET dan botol PP. Penentuan umur simpan dilakukan menggunakan metode ASLT pendekatan Arrhenius

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi paling baik untuk pembuatan yoghurt jagung adalah pada konsentrasi 4 % kultur dan 15 % ekstrak ubi jalar. Produk memiliki pH 3,88, viskositas sebesar 261,5 cP, kadar asam laktat 0,87 %, kadar lemak 0,05 %, total padatan terlarut 19,10 °Brix, dan protein total 3,23 %. Yoghurt ini sudah memenuhi standar SNI yoghurt, kecuali kadar protein yang masih lebih rendah yaitu 3,23 (menurut SNI minimal 3,5). Semakin lama penyimpanan yoghurt jagung, maka semakin meningkat pula rasa asam yang dihasilkan. Namun setelah penyimpanan minggu ketiga, terjadi penurunan rasa asam yang cukup signifikan terutama pada kemasan botol PET dan botol gelas. Yoghurt jagung yang disimpan menggunakan botol polietilene terephthalate memiliki umur simpan 4.4; 3.6 dan 2.9 bulan pada 5, 10 and 15 ° C. Yoghurt disarankan untuk disimpan pada suhu rendah di bawah 4°C, sedangkan kemasan PP mudah pecah jika disimpan pada suhu tersebut..Hasil preferensi konsumen menunjukkan bahwa yoghurt jagung memiliki skor kesukaan yaitu 3,61 (dari skala 5).

Yoghurt ini memiliki keunggulan dibandingkan yoghurt susu sapi yaitu dalam hal kadar lemak, beta karoten dan warna. Kadar lemak yoghurt sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*. Yoghurt susu sapi memiliki kadar lemak lebih tinggi (2,4) sehingga masuk ke kelompok yoghurt biasa. Rendahnya kadar lemak pada yoghurt ini diinginkan oleh kelompok orang-orang tertentu yang ingin mengkonsumsi produk rendah lemak.

Luaran yang telah dihasilkan berupa jurnal Agritech (telah terbit),

Kata kunci: formulasi, yoghurt, jagung, umur simpan, preferensi

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT, atas segala karuniaNya, sehingga kami telah menyelesaikan kegiatan kepada masyarakat dan menyusun laporan kegiatan ini.

Penelitian **Bio-Yoghurt Jagung-Kacang Hijau Pangan Fungsional: Formulasi, Karakterisasi Dan Studi Kelayakan Usaha** ini dilaksanakan dengan dana dari Kemenristekdikti melalui program Riset Strategis Nasional 2015-2017

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang diberikan oleh:

1. Kemenristekdikti yang telah memberikan dana penelitian
2. Rektor Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan kepercayaan untuk melaksanakan kegiatan penelitian ini
3. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah memberi izin untuk kegiatan ini.
4. Alumni dan mahasiswa: Arimah, M Syaifudin, Yanuar Hardika, Yuni Astuti, Muthmainah, Melda Ruth Maulina, Jesenia, Agung Widodo dan Safira Prima Hastungkoro yang telah membantu pelaksanaan
5. Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan dalam kegiatan ini.

Kami mohon maaf apabila dalam pelaksanaan kegiatan maupun penulisan laporan masih banyak kekurangan. Kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Purwokerto, 27 Oktober 2017

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Yoghurt	5
B. Pangan fungsional	8
C. Jagung	9
D. Kacang hijau	11
E. Umur Simpan dan Metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing)	12
F. Preferensi Produk	14
G. Desain Kemasan	15
BAB III. METODE PENELITIAN	18
A. Bahan dan alat	25
B. Pelaksanaan penelitian	25
C. Prosedur analisa	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Karakteristik susu jagung	30
B. Karakteristik yoghurt jagung	44
C. Perubahan mutu selama penyimpanan	56
D. Penetapan umur simpan	68
E. Preferensi konsumen	79
BAB V KESIMPULAN	96
DAFTAR PUSTAKA	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kandungan zat gizi jagung kuning dan jagung manis (tiap 100 g bahan)	11
Tabel 2. Nilai gizi kacang hijau	12
Tabel 3 Perbandingan antara susu jagung manis perlakuan terbaik dengan susu kedelai komersial, Uji T, dan SNI 01-3830-1995	42
Tabel 4 pH yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar	46
Tabel 5 Total asam yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar.....	47
Tabel 6 Viskositas yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar.....	49
Tabel 7. Kadar lemak yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar.....	50
Tabel 8 Kadar protein total yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar	51
Tabel 9. Aroma yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar.....	52
Tabel 10. Konsistensi yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar.....	53
Tabel 11. Perbandingan yoghurt terbaik hasil penelitian dengan yoghurt komersial dan SNI yoghurt no 01-2981-1192	55
Tabel 12. Karakterisasi mutu awal dan akhir yoghurt jagung manis-kacang hijau pada suhu 5°C	68
Tabel 13 Rerata uji penerimaan produk pada berbagai kemasan selama penyimpanan pada suhu 15°C	69
Tabel 14 Persamaan regresi linear parameter pH yoghurt jagung pada kemasan polipropilene	72
Tabel 15 Persamaan regresi linear parameter total asam tertitrasi yoghurt jagung pada kemasan polipropilene.....	73
Tabel 16. Persamaan Arrhenius dan energi aktivasi setiap parameter pada kemasan polipropilene	74
Tabel 17. Regresi linear bakteri asam laktat pada yoghurt jagung yang dikemas polietilen terephtalate selama penyimpanana	75
Tabel 18 Regresi linear pH yoghurt jagung yang dikemas polietilen terephtalate selama penyimpanan	75
Tabel 19 Regresi linear total asam yoghurt jagung yang dikemas botol polietilen terephtalate selama penyimpanan.....	76
Tabel 20. Energi aktivasi parameter pada yoghurt jagung yang dikemas botol PET	78
Tabel 21 Hasil perhitungan umur simpan yoghurt jagung yang dikemas botol PET	78
Tabel 22 Hasil uji <i>Friedman</i> terhadap variabel sensoris susu jagung.....	79

Tabel 23 Hasil uji <i>Friedman</i> terhadap variabel desain kemasan susu jagung.....	83
Tabel 24 Hasil kuesioner pada responden.....	86
Tabel 25 Hasil uji F preferensi konsumen terhadap variabel sensoris yoghurt jagung	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Proses pembuatan yoghurt jagung-kacang hijau.....	27
Gambar 2. Total padatan terlarut susu jagung manis hasil interaksi penambahan kacang hijau dan susu skim	30
Gambar 3. Viskositas susu jagung manis hasil interaksi penambahan kacang hijau dan susu skim.....	32
Gambar 4 Kadar air susu jagung manis yang dipengaruhi suplementasi kacang hijau dan susu skim.....	34
Gambar 5 Kadar lemak susu jagung manis yang dipengaruhi suplementasi kacang hijau dan susu skim.....	36
Gambar 6 Kadar protein susu jagung manis yang dipengaruhi suplementasi kacang hijau dan susu skim.....	37
Gambar 7 Sifat sensoris susu jagung.....	39
Gambar 8 Hasil uji penerimaan masyarakat 3 produk terbaik	41
Gambar 9 Jumlah bakteri asam laktat pada minuman prebiotik jagung yang dipengaruhi oleh penambahan kultur.....	45
Gambar 10 Protein total yoghurt jagung selama penyimpanan berbagai suhu yang dikemas botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca.....	57
Gambar 11 pH yoghurt jagung selama penyimpanan berbagai suhu yang dikemas botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca	58
Gambar 12. Total asam yoghurt jagung selama penyimpanan berbagai suhu yang dikemas botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca.....	60
Gambar 13 Perubahan total padatan terlarut yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca	61
Gambar 14 Viskositas yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca	63
Gambar 15 Penilaian warna yoghurt jagung selama penyimpanan oleh panelis pada kemasan botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca	64
Gambar 16. Aroma yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca	65
Gambar 17 Penilaian rasa asam yoghurt jagung selama penyimpanan oleh panelis pada kemasan botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca	66
Gambar 18 Kesukaan konsumen terhadap yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca	67
Gambar 19 Plot Arrhenius perubahan parameter pH yoghurt jagung pada kemasan polipropilene	72
Gambar 20 Plot Arrhenius perubahan total asam yoghurt jagung pada kemasan polipropilene	73
Gambar 21 Plot Arrhenius perubahan pH yoghurt jagung yang dikemas botol polietilene terephthalate selama penyimpanan	76
Gambar 22 Plot Arrhenius perubahan total asam yoghurt jagung selama penyimpanan.....	77

Gambar 23 Kesukaan konsumen terhadap warna susu jagung	80
Gambar 24 Kesukaan responden terhadap aroma susu jagung	81
Gambar 25 Kesukaaan responden terhadap <i>flavor</i> (citarasa) susu jagung	81
Gambar 26 Penerimaan overall terhadap susu jagung.....	82
Gambar 27 Kemasan susu jagung	85
Gambar 28 Preferensi konsumen terhadap warna yoghurt jagung	88
Gambar 29. Preferensi konsumen terhadap aroma yoghurt jagung	90
Gambar 30 Penerimaan konsumen terhadap rasa yoghurt jagung.....	92
Gambar 31 Penerimaan konsumen terhadap <i>flavour</i> yoghurt jagung	93
Gambar 32 Preferensi konsumen terhadap kesukaan yoghurt jagung	94
Gambar 33 Yoghurt jagung yang dihasilkan.....	95

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perubahan filosofi telah mengubah tujuan makan dari sekedar mengenyangkan perut menjadi bernilai lebih positif, yaitu untuk mencapai tingkat kesehatan dan kebugaran tertentu, sehingga tercipta istilah pangan fungsional. Pangan fungsional yaitu pangan yang mempunyai nilai positif untuk meningkatkan kesehatan disamping nilai gizi yang ada (Granato *et al.*, 2010). Yoghurt merupakan satu pangan sumber probiotik yang dapat diklaim sebagai pangan fungsional. Bakteri asam laktat yang terlibat dalam proses fermentasi yoghurt dapat memberikan manfaat positif bagi kesehatan, khususnya menjaga keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan (Doyon and Labrecque, 2008).

Pada umumnya, yoghurt dibuat dari susu sapi dengan cara fermentasi, namun yoghurt juga dapat dibuat dari susu nabati, misalnya dari kacang-kacangan, jagung dan wortel (Kresnowati, Suryani and Affifah, 2013), (Supavitpatana, Wirjantoro and Raviyan, 2010), (Aly, Galal and Elewa, 2004). Yoghurt dari susu nabati juga merupakan satu alternatif pangan fungsional bagi masyarakat, khususnya para vegetarian dan penderita *lactose intolerance*. Alternatif susu nabati yang memiliki potensi untuk diolah menjadi yoghurt adalah susu jagung. Kelebihan susu jagung dibandingkan dengan susu sapi atau susu kedelai adalah bahan bakunya mudah didapat dengan harga murah, tidak menyebabkan *lactose intolerance*, mengandung serat dan vitamin A tinggi serta rendah lemak. Susu jagung memiliki kelemahan yaitu rendah protein (3,12 %), dan adanya asam amino pembatas yaitu lysine

Satu alternative sumber protein nabati untuk meningkatkan kadar protein adalah kacang hijau, yang mempunyai kadar protein 22 persen. Kacang hijau mempunyai kadar lysine cukup tinggi yaitu 595 mg sehinggapenggabungan dengan jagung dapat melengkapi kandungan asam aminonya. Keunggulan lain kacang hijau yaitu memiliki kadar natrium sangat rendah, nyaris bebas lemak jenuh, serta bebas kolesterol. Kacang hijau juga merupakan sumber serat yang baik

Akhir-akhir ini telah dilakukan penelitian pembuatan yoghurt dari susu sapi dengan penambahan prebiotik, yang dinamakan bio-yoghurt (El-Dieb *et al.*, 2012)).

Penambahan prebiotik akan memberikan hasil sinergis pada yoghurt karena akan memberikan efek sinbiotik. Pengaruh sinbiotik bagi tubuh adalah mengatur keseimbangan mikroflora usus sehingga membantu kesehatan pencernaan dan kekebalan tubuh, mencegah konstipasi, mengurangi resiko kanker kolon, menurunkan kolesterol dan memperbaiki rasio LDL dan HDL di dalam tubuh (L. C. Allgeyer, Miller and Lee, 2010)(L. Allgeyer, Miller and Lee, 2010a)

Telah dilakukan penelitian yoghurt jagung-kacang hijau selama 3 tahun. Kombinasi paling baik untuk pembuatan yoghurt jagung-kacang hijau adalah pada konsentrasi kultur 5 persen dan 15 persen ekstrak ubi jalar. Produk memiliki pH 3,88, viskositas sebesar 261,5 cP, kadar asam laktat 0,87 persen, kadar lemak 0,05 persen, total padatan terlarut 19,10 °Brix, dan protein total 3,23 persen), aroma yoghurt agak khas, tekstur agak lembut, rasa agak asam, dan agak disukai oleh konsumen (Aini, Prihananto, Wijonarko, Arimah, *et al.*, 2017).

Yoghurt ini memiliki keunggulan dibandingkan yoghurt susu sapi yaitu dalam hal kadar lemak, beta karoten dan warna. Kadar lemak yoghurt sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*. Yoghurt susu sapi memiliki kadar lemak lebih tinggi (2,4) sehingga masuk ke kelompok yoghurt biasa. Rendahnya kadar lemak pada yoghurt ini diinginkan oleh kelompok orang-orang tertentu yang ingin mengkonsumsi produk rendah lemak. Kadar lemak yoghurt ini memenuhi SNI 01-2981-1992, yaitu tidak lebih dari 3,8% (bb).

Analisa penentuan umur simpan dilakukan pada tiga jenis kemasan, yaitu botol kaca, botol PET dan botol PP. Penentuan umur simpan dilakukan menggunakan metode ASLT pendekatan Arrhenius (Aini, Prihananto, Wijonarko, Astuti, *et al.*, 2017). Hasilnya adalah yoghurt jagung yang disimpan pada botol kaca memiliki umur simpan 4.4; 3.6 dan 2.9 bulan pada 5, 10 dan 15 °C. Yoghurt jagung yang disimpan di botol PET memiliki umur simpan 4.4; 3.6 dan 2.9 bulan pada 5, 10 and 15 °C. Yoghurt disarankan untuk disimpan pada suhu rendah di bawah 4°C, sedangkan kemasan PP mudah pecah jika disimpan pada suhu tersebut. Dengan demikian, kemasan PP tidak disarankan untuk mengemas yoghurt.

Scale up produksi dan analisis finansial dilakukan dengan menilai kelayakan investasi, suatu investasi dikatakan layak atau menguntungkan apabila setelah melakukan investasi kemakmuran pemodal menjadi lebih besar, yaitu dengan menghitung tingkat imbalan yang diterima dari modal yang sudah diinvestasikan pada usaha. Analisis ini untuk mengetahui seberapa jauh suatu investasi yang direncanakan memberikan manfaat (*benefit*), baik dilihat dari finansial benefit maupun social benefit. Hasil perhitungan kriteria investasi merupakan indikator dari modal yang diinvestasikan, yaitu perbandingan antara total benefit yang diterima dengan total biaya yang dikeluarkan dalam bentuk present value selama umur ekonomis proyek. Perkiraan benefit (*cash in flows*) dan perkiraan cost (*cash out flows*) yang menggambarkan posisi keuangan di masa yang akan datang dapat digunakan sebagai alat kontrol dalam pengendalian biaya untuk memudahkan dalam mencapai tujuan investasi. Selain itu dengan adanya perhitungan kelayakan usaha dapat digunakan pemodal sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan bagi sebuah usaha/investasi.

Scale up produksi dilakukan untuk mengetahui karakter produk yang dihasilkan apabila produksi benar-benar dilakukan pada skala industri untuk mengetahui aplikasinya di industri pengolahan jagung. Selain itu, perlu dilakukan uji preferensi (daya terima) konsumen sebelum produk ini beredar di pasaran.

B. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan yoghurt yang terbuat dari jagung dan kacang hijau sebagai pangan fungsional yang berprotein tinggi, sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah untuk:

1. Menentukan formulasi yang tepat untuk menghasilkan susu jagung-kacang hijau yang berprotein tinggi dan disukai oleh panelis.
2. Menentukan jenis dan konsentrasi emulsifier paling tepat sehingga diperoleh yoghurt jagung – kacang hijau yang memiliki tekstur lembut dan struktur gel stabil.

3. Menentukan jenis dan konsentrasi starter paling tepat sehingga diperoleh yoghurt jagung – kacang hijau yang memiliki tekstur lembut dan struktur gel stabil.
4. Menentukan pengaruh jenis jagung terhadap sifat fisik, kimia dan sensoris yoghurt jagung-kacang hijau
5. Menentukan waktu fermentasi optimal untuk menghasilkan yoghurt jagung - kacang hijau yang berprotein tinggi dan dapat diterima panelis
6. Mengetahui umur simpan dan viabilitas yoghurt nabati jagung-kacang hijau yang disimpan pada berbagai suhu dan kemasan
7. Mengetahui preferensi (kesukaan) konsumen terhadap yoghurt dari jagung-kacang hijau
8. Mengetahui aspek finansial produksi yoghurt dari jagung-kacang hijau apabila akan diterapkan dalam industri kecil atau menengah (IKM)

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Yoghurt

Yoghurt adalah produk yang diperoleh dari susu yang telah dipasteurisasi kemudian difermentasi dengan bakteri asam laktat sampai diperoleh keasaman, bau dan rasa yang khas, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diizinkan. Bentuknya mirip bubur atau es krim tetapi dengan rasa yang agak asam (Donkor *et al.*, 2007). Selain dibuat dari susu segar, yoghurt juga dapat dibuat dari susu skim (susu tanpa lemak) yang dilarutkan dalam air dengan perbandingan tertentu bergantung pada kekentalan produk yang diinginkan (L. C. Allgeyer, Miller and Lee, 2010).

Selain susu hewani, belakangan ini yoghurt juga dibuat dari campuran susu sapi dengan susu nabati. Campuran susu sapi, baik yang lemak penuh atau yang lemaknya sudah dikurangi (susu skim) ini sering juga disebut dengan istilah bio-yoghurt. Beberapa penelitian bio-yoghurt yang telah dilakukan antara lain dengan penambahan oligosakarida pati sagu (Shima *et al.*, 2012), ekstrak kedelai (Saccaro *et al.*, 2009) (Silva, Abreu and Assumpção, 2012), dan penambahan ekstrak sagu (Patel *et al.*, 2011). Penambahan bahan-bahan prebiotik seperti pati sagu dan ekstrak kedelai tersebut menguntungkan yaitu dapat mempertahankan aktivitas bakteri probiotik selama penyimpanan yoghurt.

Produk fermentasi dari susu/sari bahan kacang-kacangan memiliki kekurangan salah satunya adalah mudah mengalami sineresis (terpisahnya cairan) dari struktur gel, oleh karena itu diperlukan penambahan bahan penstabil. Bahan penstabil diperlukan dalam proses pembuatan yoghurt untuk memperlembut tekstur, membuat struktur gel yang stabil dan mengurangi sineresis. Maltodekstrin merupakan bahan pengental sekaligus dapat sebagai emulsifier, mudah melarut pada air dingin dan merupakan oligosakarida yang tergolong dalam prebiotik (Loksuwan, 2007). Maltodekstrin dapat memperlancar saluran pencernaan dengan membantu berkembangnya bakteri probiotik (bakteri yang baik) (Ahmed, Akter and Eun, 2009).

Persyaratan yoghurt menurut SNI (1995) adalah: 1) Yoghurt dengan sebagian skim harus memiliki kandungan lemak minimal 0,5% (b/b), 2) Yoghurt yang dibuat dengan susu skim harus memiliki kandungan lemak maksimal 0,5% (b/b) (Codex, 1975), 3) Penampakkannya kental-semi padat, 4) Memiliki bau dan rasa yang normal, 5) Kandungan Abu minimal 1,0, 6) Jumlah asam laktat 0,5-2,0% (b/b), 7) Kandungan lemak susu minimal 3,0%, 8) Bahan Kering Tanpa Lemak (BKTL) min. 8,2% (b/b), 9) Bakteri yang digunakan : *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* atau beberapa bakteri asam laktat lain seperti *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacteria* dan species lainnya secara alami terdapat dalam susu atau sengaja ditambahkan sebagai kultur starter sebanyak 2-5%, 10) Suhu fermentasi optimum adalah 42-45°C selama 3-6 jam, hingga dicapai pH 4,4 dan kadar asam tertitrasi mencapai 0,9-1,2% (Widyastuti and Febrisiantosa, 2014).

Starter adalah peliharaan organisme yang tak berbahaya pada medium steril (skim atau susu), yang digunakan untuk memproduksi keju dan susu fermentasi, yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh industri susu dan berbagai industri pangan lainnya. Yoghurt pada umumnya menggunakan starter kultur strain campuran, yakni *S. thermophilus* dan *L. Bulgaricus* (Gustaw, Kordowska-Wiater and Kozio, 2011). Saat ini, sudah ada yoghurt yang juga mengandung bifidobacteria dan kadang-kadang *L. acidophilus*. Penggunaan *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* secara bersama-sama dalam kultur starter yoghurt terbukti telah bersimbiosis dan meningkatkan efisiensi kerja kedua bakteri tersebut. Selain menyebabkan tingkat produksi asam yang tinggi, *S. thermophilus* tumbuh lebih cepat dan menghasilkan asam dan karbondioksida. Format dan karbondioksida yang dihasilkan ini menstimulasi pertumbuhan *L.bulgaricus*. Disamping itu, aktivitas proteolitik dari *L. bulgaricus* ternyata juga menghasilkan peptide dan asam amino yang digunakan *S.thermophilus*. Dalam proses pembuatan yoghurt, susu menggumpal disebabkan oleh derajat keasaman yang naik. *S. thermophilus* berperan dahulu untuk menurunkan pH 5,0, baru kemudian disusul *L. bulgaricus* menurunkan lagi sampai mencapai 4,0. Beberapa hasil fermentasi mikroba yang berperan dalam menentukan rasa produk adalah asam laktat, asetaldehid, asam asetat dan diasetil (Huth and Park, 2012).

Pemberian yoghurt dapat menurunkan kadar kolesterol. Skim milk yoghurt dapat menurunkan kadar asam urat dan asam urat dalam metabolisme asam lemak (Ačkar *et al.*, 2015). Yoghurt juga mengandung probiotik (yaitu bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) dengan efek probiotik yang ditimbulkan adalah antara lain mampu mencegah infeksi usus, infeksi saluran genital, menghambat terjadinya tumor, dan dapat menyerap kolesterol sehingga mengurangi kadar kolesterol dalam darah dan meningkatkan digesti laktosa (Mahdian and Tehrani, 2007). Kerja bakteri asam laktat memfermentasikan susu ternyata meningkatkan kandungan gizi yoghurt, khususnya vitamin B-kompleks, di antaranya vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), vitamin B3 (niasin), vitamin B6 (piridoksin), asam folat, asam pantotenat, dan biotin. Vitamin-vitamin tersebut membantu meningkatkan kesehatan system reproduksi, kekebalan tubuh, dan ketajaman fungsi berpikir (State and State, 2016).

Yoghurt terbuat dari susu yang merupakan bentuk emulsi. Pada pembuatan emulsi dibutuhkan jenis emulsifier yang cocok dengan tujuan untuk memperoleh tipe emulsi yang diinginkan secara cepat dan ekonomis. Konsentrasi emulsifier yang akan digunakan untuk menstabilkan suatu emulsi tergantung pada tingkat kestabilan yang diinginkan dan jenis emulsifier yang digunakan (Hur, Decker and McClements, 2009). Tingkat kestabilan emulsi tersebut pada dasarnya dipengaruhi sekali oleh ukuran partikelnya, yaitu diameter partikel fase terdispersinya. Makin kecil ukuran partikelnya, emulsi tersebut makin stabil, karena luas permukaannya semakin luas, sehingga konsentrasi emulsifier yang dibutuhkan juga makin besar.

Pengemulsi dapat dikelompokkan sesuai sumber dan jenis kimianya. Zat pengemulsi alamiah, misalnya fosfolipid terutama lesitin yang banyak terdapat pada kacang-kacangan dan telur. Pengemulsi sintetik diturunkan dari poliol dan asam lemak atau lemak. Poliol yang sering dimanfaatkan misalnya gliserin, propilen glikol dan sorbitol. Asam lemak tersebut dapat berasal sumber nabati maupun hewani.

Selama penyimpanan, emulsi mengalami perubahan-perubahan di dalam butiran-butiran terdispersinya yang berakibat pada penurunan mutu (Gupta, Karahadian and Lindsay, 1984). Beberapa fenomena ketidakstabilan emulsi adalah sebagai berikut :

1. *Creaming*

Sedimentasi butir-butir teremulsi akibat gaya gravitasi, yang diperlihatkan oleh sistem emulsi berubah menjadi 2 lapisan. Pada *creaming* tidak terjadi pemecahan emulsi, tetapi bila *creaming* yang terjadi diikuti dengan peningkatan ukuran partikel maka proses tersebut dapat menyebabkan pemecahan emulsi.

2. Flokulasi

Flokulasi adalah pengelompokkan butiran-butiran menjadi gumpalan-gumpalan yang longgar dan tidak teratur. Pengelompokkan ini masih dapat dilarutkan lagi dengan pengadukan atau pengocokan, yaitu apabila gaya-gaya antara butirannya lemah. Kondisi ini bersifat dapat balik, dengan cara pengocokkan.

3. *Coalescence*

Coalescence adalah penggabungan butir-butir emulsi yang kecil menjadi butir-butir yang lebih besar. Hal ini terjadi setelah proses flocculation, bersifat tidak dapat balik, yang disebabkan jika lapisan interfasial emulsifiernya pecah

B. Pangan fungsional

Pangan fungsional adalah pangan yang alami atau telah melalui proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan (Widyastuti and Febrisiantosa, 2014). Pangan fungsional dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan atau minuman, mempunyai karakteristik sensori berupa penampakan, warna, tekstur dan cita rasa yang dapat diterima oleh konsumen. Pangan fungsional juga tidak memberikan kontraindikasi dan efek samping pada jumlah penggunaan yang dianjurkan terhadap metabolisme zat gizi lainnya.

Menurut (Doyon and Labrecque, 2008) suatu produk pangan dapat dikategorikan sebagai pangan fungsional apabila memenuhi tiga persyaratan yaitu:

- Harus berupa produk pangan (bukan kapsul, tablet atau bubuk) yang berasal dari bahan atau ingredient alami
- Dapat dan layak dikonsumsi sebagai bagian dari diet atau menu setiap hari
- Mempunyai fungsi tertentu pada saat dicerna serta memberikan peran khusus dalam proses metabolisme tubuh seperti meningkatkan imunitas tubuh,

mencegah penyakit tertentu, membantu pemulihan tubuh setelah menderita sakit, menjaga kondisi fisik dan mental serta memperlambat proses penuaan

Komponen aktif yang dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu di dalam pangan fungsional adalah senyawa-senyawa alami di luar zat gizi dasar (karbohidrat, protein, dan lemak) yang terkandung dalam pangan yang bersangkutan, baik yang termasuk komponen gizi maupun zat non gizi (Seethalakshmi, 2013). Kelompok senyawa yang dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu di dalam pangan fungsional adalah : (1) serat makanan (dietary fiber), (2) oligosakarida, (3) gula alkohol (polyol), (4) asam lemak tidak jenuh jamak (polyunsaturated fatty acids = PUFA), (5) peptida dan protein tertentu, (6) glikosida dan isoprenoid, (7) polifenol dan isoflavon, (8) kolin dan lesitin, (9) bakteri asam laktat, (10) phytosterol, dan (11) vitamin dan mineral tertentu (Seethalakshmi, 2013).

Yoghurt merupakan satu jenis pangan fungsional karena adanya komponen probiotik yaitu bakteri asam laktat yang bermanfaat dalam membantu meningkatkan kesehatan pencernaan. Apabila terbuat dari bahan nabati, komponen fungsional dapat juga berasal dari kelompok senyawa lain seperti serat, oligosakarida dan sebagainya. Jagung mempunyai serat pangan, oligosakarida serta beta karoten sebagai komponen fungsional, sedangkan kacang koro pedang memiliki konkanavalin A sebagai antikanker (Naseem *et al.*, 2013).

C. Jagung

Jagung tergolong dalam serealialia yaitu biji-bijian yang berasal dari tanaman keluarga rumput-rumputan (*Gramineae*). Komposisi gizi jagung bervariasi tergantung pada varietas, cara menanam, iklim dan tingkat kematangan. Komponen utama jagung adalah pati, dimana sekitar 85% dari total pati terdapat pada endosperma (Aini and Hariyadi, 2010) Komponen karbohidrat lain adalah gula sederhana, yaitu glukosa, sukrosa dan fruktosa. Sebagai bahan pangan, jagung mempunyai keistimewaan dibanding terigu karena tidak mengandung gluten sehingga cocok diolah menjadi produk untuk dikonsumsi oleh penderita alergi gluten dan autism (Schreck and Williams, 2006).

Berdasarkan warna bijinya, jagung dibedakan menjadi dua macam yaitu jagung kuning dan jagung putih. Kedua jagung ini mempunyai nilai gizi yang relatif

sama. Jagung kuning mengandung karotenoid yang sebagian besar terdapat dalam endosperm. Kandungan karotenoid pada biji jagung kuning terdiri atas betakaroten (22%) dan kriptosantin (51%).

Selain jagung kuning dan putih, ada jenis jagung lain yaitu jagung manis. Jagung manis (*sweet corn*) diduga berasal dari mutasi kultivar di Chullpi (jenis jagung Peru). Adanya perubahan gen menyebabkan konversi gula menjadi pati dan biji mengakumulasi fitoglikogen (polisakarida yang larut dalam air) dan merubah tekstur pati yang menyebabkan rasa manis. *Sweet corn* pada umumnya dikonsumsi dalam bentuk sayuran pada tahap awal. Kandungan gizi jagung manis dan jagung kuning biasa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan zat gizi jagung kuning dan jagung manis (tiap 100 g bahan)

Zat gizi	Jagung kuning ¹⁾	Jagung manis ²⁾
Energi (cal)	129	96.0
Protein (gr)	4,1	3,5
Lemak (gr)	1.3	1.0
Karbohidrat (gr)	30.3	22.8
Kalsium (mg)	5.0	3.0
Fosfor (mg)	108.0	111
Besi (mg)	1.1	0.7
Vitamin A (SI)	510	400
Vitamin C (mg)	9.0	12.0
Vitamin B (mg)	0.18	0.15
Air (gr)	63.5	72.7

¹⁾ (Aini *et al.*, 2010)

²⁾ (Oktem, 2008)

D. Kacang hijau

Kacang hijau merupakan sumber karbohidrat kompleks, serat, vitamin B kalsium, kalsium, fosfor, zat besi dan protein (

Tabel 2). Kacang hijau juga merupakan sumber serat yang baik, dalam setiap 100 gram menyediakan serat sekitar 7,6 gram, yang terdiri dari campuran serat larut dan tidak larut air (Gan *et al.*, 2017). Serat larut dapat menurunkan konsentrasi kolesterol dan gula darah. Serat larut air difermentasi dalam usus besar menghasilkan asam lemak rantai pendek, yang dapat menghambat sintesis kolesterol hati. Kecambah kacang hijau memiliki kandungan fitosterol (15 mg/100 gr) yang berfungsi sebagai antioksidan.

Tabel 2. Nilai gizi kacang hijau

Komponen	Jumlah
Protein (g)	22,85
Lemak (g)	1,2
Karbohidrat (g)	62,90
Serat (g)	7,6
Abu (g)	3,60
Air (g)	10,00
Kalsium (mg)	125
Kalium (mg)	266,0
Fosfor (mg)	320,0
Magnesium	204
Besi (mg)	11,34
Seng (mg)	1,88
Asam folat (mg)	159
Vitamin A (IU)	30,00
Asam lemak omega 3 (mg)	0,9
Asam lemak omega 6 (mg)	119

Sumber:(Gan *et al.*, 2017)

E. Umur Simpan dan Metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing)

Umur simpan produk dapat diduga melalui 2 metode yaitu Extended Storage Studies (ESS) dan Accelerated Storage Studies (ASS). ESS sering disebut sebagai metode konvensional yaitu penentuan masa kadaluarsa dengan menyimpan suatu produk pada kondisi normal. Penentuan umur simpan produk dengan metode ASS atau sering disebut dengan ASLT dilakukan dengan menggunakan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu produk pangan (Bengtsson, 1998).

Umur simpan produk pangan didefinisikan sebagai selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan pada sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi (Waterman *et al.*, 2007). Menurut National Food Processor Association, umur simpan adalah suatu produk dikatakan berada pada kisaran umur simpannya bila kualitas produk secara umum dapat diterima untuk tujuan seperti yang diinginkan konsumen dan selama bahan pengemas masih memiliki integritas serta memproteksi isi kemasan.

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi umur simpan bahan pangan yang dikemas adalah sebagai berikut :

1. Keadaan alamiah atau sifat makanan dan mekanisme berlangsungnya perubahan seperti kepekaan terhadap air dan oksigen serta kemungkinan terjadinya perubahan kimia internal dan fisik.
2. Ukuran kemasan dalam hubungannya dengan volume.
3. Kondisi atmosfer terutama suhu dan kelembaban dimana kemasan dapat bertahan selama transit dan sebelum digunakan.

Metode akselerasi diterapkan pada produk pangan dengan memvariasikan kondisi kelembaban relatif (RH), suhu, dan intensitas cahaya baik secara individu maupun gabungannya . Keuntungan metode ini adalah memerlukan waktu yang relatif singkat tetapi tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tinggi.

Penentuan umur simpan produk dengan metode akselerasi dapat dilakukan melalui dua pendekatan yaitu model Arrhenius dan model kadar air kritis (Martins *et al.*, 2008). Model Arrhenius umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu, diantaranya produk pangan yang mudah mengalami ketengikan (oksidasi lemak), perubahan warna oleh reaksi pencoklatan atau kerusakan vitamin C . Prinsipnya adalah menyimpan produk pangan pada suhu ekstrim dimana produk pangan menjadi lebih cepat rusak dan umur simpan produk ditentukan berdasarkan ekstrapolasi ke suhu penyimpanan. Oleh karena itu, umur simpan yang diperoleh merupakan nilai perkiraan yang validitasnya sangat ditentukan oleh model matematika dari hasil percobaan.(Bedani *et al.*, 2015)

Metode akselerasi yang banyak diterapkan pada produk pangan kering adalah melalui pendekatan kadar air kritis. Produk disimpan pada kondisi RH lingkungan

penyimpanan yang ekstrim dan mengalami penurunan mutu akibat penyerapan uap air. Diperlukan persamaan matematika untuk deskripsi kuantitatif dari sistem yang terdiri dari produk, bahan pengemas, dan lingkungan (Ergun, Lietha and Hartel, 2010)

Pencantuman waktu kadaluwarsa akan memberikan informasi kepada konsumen tentang batas waktu konsumsi suatu makanan, hal ini juga dapat memberikan informasi kepada distributor atau penjual agar dapat mengatur stok barang, dan dapat membantu dalam pengawasan mutu produk bagi pihak produsen .

Umur simpan ditentukan berdasarkan faktor yang paling berpengaruh terhadap produk tersebut. Faktor yang bisa mempengaruhi umur simpan suatu produk antara lain suhu. Penentuan umur simpan dengan faktor pembatas suhu dapat dilakukan dengan pendekatan kinetika kemunduran mutu Arrhenius (Manzocco, Calligaris and Nicoli, 2010). Reaksi kemunduran mutu orde nol (kecepatan tetap) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$A = A_0 - k \cdot T_s$$

Dengan A_0 = harga awal parameter

A = harga yang tertinggi setelah waktu t

k = konstanta

t_s = umur simpan (hari atau bulan atau tahun)

F. Preferensi Produk

Preferensi produk atau uji daya terima dapat didefinisikan sebagai tingkat kesukaan atau ketidaksukaan individu terhadap suatu makanan dan minuman. Tingkat kesukaan ini sangat beragam setiap individu, sehingga akan berpengaruh terhadap konsumsi pangan. Menurut (Schreck and Williams, 2006) kesukaan terhadap makanan dan minuman didasari oleh sensorik, sosial, psikologi, agama, emosi, budaya, kesehatan, ekonomi, cara persiapan dan pemasakan makanan serta faktor-faktor terkait lainnya. Penilaian seseorang terhadap kualitas makanan dan minuman berbeda-beda tergantung selera dan kesenangannya.

Ada beberapa aspek penilaian terhadap makanan dan minuman yaitu terhadap citarasa, nilai gizi dan hygiene. Menurut (Corrigan, Hedderley and Harvey, 2012) cita rasa mencakup dua aspek utama yaitu penampilan sewaktu dihidangkan dan rasa

pada saat dikonsumsi. Kedua aspek tersebut sama pentingnya agar dapat menghasilkan makanan dan minuman yang memuaskan. Daya penerimaan terhadap suatu produk ditentukan oleh rangsangan yang ditimbulkan oleh produk tersebut melalui indera penglihatan, penciuman, perasa atau pengecap serta pendengar.

Nilai gizi produk merupakan salah satu aspek penting dalam penilaian terhadap suatu produk makanan dan minuman. Nilai gizi merupakan kandungan gizi yang terkandung di dalam bahan pangan. Apabila suatu makanan dan minuman mempunyai citarasa yang tinggi namun tidak mengandung nilai gizi yang baik maka makanan tersebut tidak berguna bagi tubuh.

Aspek terakhir yang mempengaruhi penilaian terhadap makanan dan minuman yaitu hygiene atau kebersihan makanan dan minuman. Kebersihan pada saat penyajian merupakan hal penting yang harus diperhatikan. Jika penyajian tidak dilakukan dengan baik, maka seluruh upaya guna menampilkan makanan dan minuman dengan citarasa yang tinggi tidak akan berarti. Penampilan sewaktu disajikan akan merangsang indera penglihatan yang berkaitan dengan citarasa.

Penilaian organoleptik atau yang disebut juga dengan penilaian sensorik merupakan suatu cara penilaian terhadap suatu produk menggunakan indera yang dimiliki oleh manusia yaitu indera penglihatan, penciuman, pencicipan, peraba, pendengaran (Shori and Baba, 2012). Panelis diperlukan untuk melaksanakan penilaian organoleptik dalam suatu penilaian mutu produk. Penelis ini terdiri atas orang atau kelompok yang bertugas untuk menilai sifat-sifat dari produk makanan dan minuman yang disajikan.

Uji hedonik merupakan salah satu jenis uji penerimaan dalam pengujian organoleptik. Dalam uji ini panelis diminta untuk mengungkapkan tanggapan mereka terhadap suatu produk. Tanggapan tersebut berupa tingkat kesukaan atau skala hedonik, sebagai contoh sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka dan tidak suka. Uji ini akan menghasilkan data yang selanjutnya dianalisis menggunakan metode statistika (Zamberlin and Samaržija, 2017).

G. Desain Kemasan

Desain merupakan seluruh proses pemikiran dan perasaan yang akan menciptakan sesuatu dengan menggabungkan fakta, konstruksi, fungsi dan estetika untuk memenuhi kebutuhan manusia. Desain juga merupakan konsep pemecahan masalah rupa, warna, bahan, teknik, biaya, kegunaan dan pemakaian yang diungkapkan dalam gambar dan bentuk. Desain kemasan adalah bisnis kreatif yang mengaitkan bentuk, struktur, material, warna, citra, topografi, dan elemen-elemen desain dengan informasi produk yang dipasarkan. Desain kemasan berfungsi untuk membungkus, melindungi, mengirim, mengeluarkan, menyimpan, mengidentifikasi, dan membedakan sebuah produk di pasar. Pada akhirnya desain kemasan berlaku sebagai pemasaran produk dengan mengkomunikasikan kepribadian atau fungsi produk konsumsi secara unik (Sanz, Olias and Perez, 2002).

Desain kemasan mampu memberikan informasi yang jelas dan spesifik kepada konsumen (baik langsung maupun tidak langsung), dan satu poin perbandingan (di mana satu produk tampak merupakan produk yang lebih efektif, nilainya lebih baik, kemasannya lebih nyaman), sebuah pembelian telah dimotivasi, apakah pembelian itu merupakan hasil keputusan yang diperhitungkan atau pembelian spontan, penampilan fisik kemasan produk sering menjadi alasan utama terjualnya suatu produk. Tujuan utama ini (untuk mengalahkan kompetitor, untuk menghindari kebingungan konsumen, dan mempengaruhi konsumen untuk membeli), membuat desain kemasan menjadi faktor penting dalam keberhasilan rencana pemasaran merek perusahaan yang terintegrasi.

(Caelenberg, Leuven and Dirinck, 2013) menyatakan bahwa tujuan desain kemasan dibatasi oleh latar belakang pemasaran yang relevan dan tujuan strategis untuk sebuah merek, dimana idealnya, tenaga pemasaran atau produsen menyediakan informasi dan poin-poin spesifik dan detail untuk mengukur tujuan-tujuan yang hendak dicapai dalam desain kemasan dengan tepat. Poin-poin pokok dalam desain kemasan adalah ketepatan kategori, penyesuaian, pengalaman konsumen, fungsi, penampilan estetika, daya tarik bagi konsumen, inovasi, dan hak milik merek.

Tujuan desain kemasan, umumnya, bersifat spesifik untuk masing-masing produk atau merek tertentu. Desain kemasan bisa difungsikan untuk:

- a) Menampilkan atribut unik sebuah produk.

- b) Memperkuat penampilan estetika dan nilai produk.
- c) Mempertahankan keseragaman dalam kesatuan merk produk.
- d) Memperkuat perbedaan antara ragam produk dan lini produk.
- e) Mengembangkan bentuk kemasan berbeda yang sesuai kategori.
- f) Menggunakan material baru dan mengembangkan struktur inovatif untuk mengurangi biaya, lebih ramah lingkungan, atau meningkatkan fungsionalitas.

Faktor-faktor yang mempengaruhi desain kemasan yaitu, perilaku konsumen, faktor-faktor ekonomi (pangsa pasar, volume penjualan, pertumbuhan pasar, dan lain-lain), isu-isu sosial/budaya, isu-isu hukum, teknologi, proses produksi, saluran distribusi dan kompetisi .

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung kuning varietas Bisi dan jagung manis yang diperoleh dari petani di Kecamatan Wonobojo, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah sertakacang hijau. Starter yang digunakan merupakan campuran kultur BAL *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* Emulsifier yang digunakan adalah maltodekstrin, CMC dan susu skim. Bahan-bahan untuk analisa dapat dilihat pada Rincian Biaya Penelitian (Lampiran 3).

B. Pelaksanaan penelitian

Pembuatan yoghurt jagung terdiri dari:

- Pembuatan susu jagung

Jagung hasil sortasi dicuci bersih (bebas dari kotoran) kemudian direbus selama beberapa menit, dilanjutkan dengan proses pemipilan biji. Jagung pipil kemudian dihancurkan menggunakan *blender* dengan penambahan air dengan rasio jagung : air 1:3. Bubur jagung yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan kain saring. Filtrat yang dihasilkan merupakan susu jagung yang kemudian dipanaskan (Syamsir, 2008 yang dimodifikasi).

- Pembuatan susu kacang hijau

Biji kacang hijau dipisahkan dari kotoran dan dibersihkan kemudian direndam dengan air selama 8 jam. Setelah itu, kacang hijau direbus selama 30 menit hingga mendidih. Lalu, kacang hijau dihancurkan dengan cara dihancurkan dengan *blender* menggunakan air panas. Perbandingan air dengan kacang hijau adalah 4:1. Selanjutnya, disaring dengan menggunakan kain saring Filtrat yang dihasilkan merupakan susu kacang hijau yang kemudian dipanaskan (Nurhajati *et al.*, 2008 yang dimodifikasi).

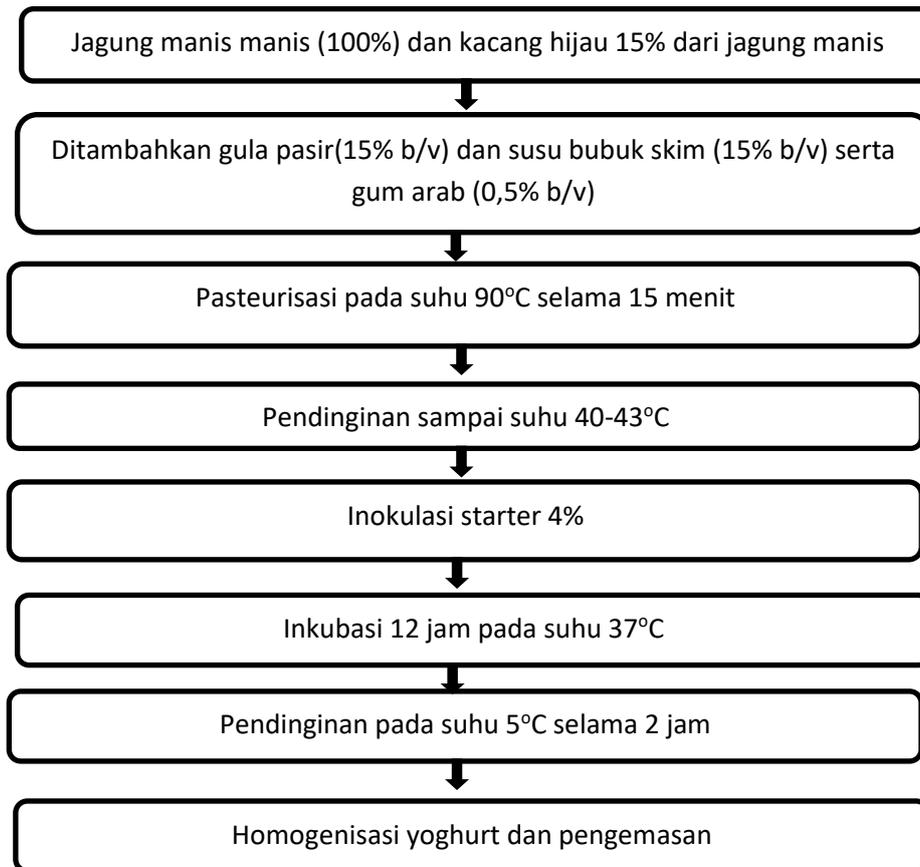
- Pembuatan Starter Yoghurt

Starter dibuat dari yoghurt met yang berbentuk bubuk yang dibekukan. Starter diremajakan dengan membuat turunan F1 dan F2. Pembuatan Starter F-1, Skim

sebanyak 250 gram dilarutkan dalam aquades sebanyak 500 ml yang bersuhu 43°C. Setelah skim tercampur dengan rata, masukkan culture 2,5 gram dan campur sampai homogen. Inkubasi dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 8 jam sampai menggumpal. Setelah starter F-1 selesai kemudian dibuat starter F-2. Pembuatan Starter F-2, skim sebanyak 80 mg dilarutkan dalam aquadest sebanyak 800 ml yang bersuhu 43°C. Setelah skim tercampur dengan rata, masukkan starter F-1 sebanyak 80 ml, dan campur sampai homogen. Inkubasi dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 8 jam.

- Pembuatan Yoghurt

Adapun proses pembuatan yoghurt menurut Aini et al (2015) adalah penambahan sari kacang hijau (15% v/v), gula pasir (15% b/v), susu bubuk skim (15% b/v) dan gum arab 1%, dipasteurisasi pada suhu 70°-80°C selama 15 menit, kemudian didinginkan sampai suhunya 40-43°C. Selanjutnya, inokulasi starter menggunakan starter F-3 yang dilakukan secara aseptis, kemudian dicampur hingga homogen. Susu yang telah diinokulasi dengan starter kemudian diinkubasi selama 12 jam pada suhu 37°C.



Gambar 1. Proses pembuatan yoghurt jagung-kacang hijau (Aini et al., 2015)

Penetapan umur simpan metode *accelerated shelf life test (ASLT)*

Tahap pertama

Penelitian pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan awal yoghurt jagung kacang hijau. Yoghurt disimpan pada suhu standar yaitu 10°C selama 30 hari dengan menggunakan kemasan botol *polyethylene tereftalate* (PET), kemasan botol *high density polyethylene* (HDPE), kemasan botol kaca serta kemasan cup *polypropylene* (PP) bening dan berwarna. Pemantauan kemunduran mutu pada tahap umur simpan awal ini dilakukan selama 3 hari sekali dengan cara pengujian sensoris, pH dan kadar asam laktat.

Tahap kedua

Kemasan yang akan ditentukan permeabilitasnya terhadap uap air adalah kemasan botol *polyethylene tereftalate* (PET), kemasan botol *high density*

polyethylene (HDPE), kemasan botol kaca serta kemasan cup *polypropylene* (PP) bening dan berwarna. Kelima jenis kemasan tersebut diisi silica gel kemudian ditutup rapat (direkatkan). Kemasan yang berisi silica gel tersebut kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awalnya. Kemudian kemasan yang berisi silica gel disimpan pada suhu kamar. Selanjutnya setiap hari dilakukan penimbangan. Perubahan berat tersebut menunjukkan bahwa ada uap air yang diserap oleh silica gel. Setelah didapatkan data berat silica gel dan kemasannya maka dibuat grafik dengan berat total (silica gel + kemasan) sebagai sumbu Y, sedangkan waktu penimbangan sebagai sumbu X. Dari grafik tersebut dapat ditentukan slope (kemiringan).

Untuk menentukan permeabilitas kemasan terhadap uap air, maka digunakan persamaan yang dikemukakan Labuza (1984) yaitu: $k / x = NW / N_0 A x P_{out}$

Keterangan : k / x = permeabilitas kemasan (g H₂O / hari .m².mmHg)

NW / N_0 = slope (g H₂O / hari)

A = luas penampang kemasan (m²)

P_{out} = tekanan uap air di luar kemasan (mmHg)

Tahap Studi Kemunduran Mutu

Yoghurt jagung mani-kacang hijau dikemas dengan berbagai macam kemasan yaitu kemasan botol *polyethylene tereftalate* (PET), kemasan botol *high density polyethylene* (HDPE), kemasan botol kaca serta kemasan cup *polypropylene* (PP) bening dan berwarna, selanjutnya disimpan pada 3 suhu yang berbeda yaitu 5°C, 10°C, dan 15°C. Perubahan kadar protein, total asam laktat, viskositas, tingkat keasaman (nilai pH), dan cemaran mikroba diamati setiap hari sedangkan variable sensoris diamati setiap 5 hari sekali hingga tidak memenuhi standar SNI Yoghurt (SNI 2981:2009). Selanjutnya, data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara waktu dengan variabel untuk masing-masing suhu penyimpanan. Dari grafik tersebut diperoleh nilai k untuk masing-masing suhu penyimpanan. Nilai k adalah slope dari masing-masing grafik tersebut. Setelah itu, dengan membuat grafik hubungan antara $1 / T$ dengan $\ln k$, maka diperoleh nilai E_a (energi aktivasi) dan A (konstanta Arrhenius). Kinetika penurunan kadar vanillin ditentukan dengan menggunakan pendekatan persamaan Arrhenius :

$$\ln k = \ln A - E_a / R \cdot 1 / T$$

Tahap Penetapan Umur Simpan

Umur simpan ditentukan dengan menggunakan pendekatan kinetika kemunduran mutu Arrhenius. Reaksi kemunduran mutu orde nol (kecepatan tetap) dapat dinyatakan dengan persamaan : $A = A_0 - k \cdot T_s$

Dengan A_0 = harga awal parameter

A = harga yang tertinggi setelah waktu t

k = konstanta

t_s = umur simpan (hari atau bulan atau tahun)

Sedangkan reaksi kemunduran mutu orde satu (kecepatan tidak tetap) dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\ln (A / A_0) = - k \cdot T_s$$

C. Prosedur analisa

1. Kadar air ditentukan dengan metode oven (AOAC, 2006).
2. Kadar lemak dianalisa menggunakan Soxhlet (AOAC, 2006)
3. Kadar protein terlarut dianalisa dengan metode Lowry Follin
4. Kadar abu dianalisa dengan metode pengabuan langsung (AOAC, 2006).
5. Kekentalan/viskositas menggunakan viscometer Brookfield dengan spindle nomor 1 dan kecepatan perputaran 0,6 rpm.
6. Total padatan terlarut
7. Total asam
8. pH diukur dengan metode potentiometric (AOAC, 2006)
9. Jumlah kultur *S. thermophilus* yang viable dalam yoghurt dihitung dalam media agar M17, sedangkan kultur *L. Bulgaricus* dihitung dalam media agar MRS menggunakan metode Total Plate Count dilanjutkan perhitungan dengan turbidimeter menggunakan metode spektroskopi (Mortazavian *et al.*, 2007)

10. Uji organoleptik peringkat (ranging) dan kesukaan (hedonik) (Meilgaard, 1999).

Tahap uji pereferensi konsumen

Responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa unsoed. Responden ditentukan dengan metode accidental sampling, yaitu pengambilan sampel (responden) yang dilakukan kepada individu yaitu, mahasiswa unsoed. Responden diperoleh dengan cara menanyai kesediaannya menjadi responden penelitian. Selanjutnya, mahasiswa yang menerima tawaran dijadikan sebagai responden penelitiannya yang nantinya akan mengisi kuesioner.

Peneliti mengacu pada penentuan jumlah sampel sesuai dengan yang dikembangkan oleh Roscoe dalam Sugiono (2005) yang menyebutkan bahwa ukuran sampel yang layak dalam penelitian adalah antara 30 sampai 500 orang. Jumlah sampel yang dikehendaki pada accidental sampling menurut Nasution (2003) tidak berdasarkan pertimbangan yang dapat dipertanggung jawabkan, asal memenuhi keperluan saja. Adapun jumlah responden yang diambil pada penelitian ini adalah 40 orang

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah preferensi konsumen terhadap susu jagung dan desain kemasannya. Untuk preferensi konsumen terhadap susu jagung parameter yang digunakan sebagai pengujian meliputi warna, aroma, rasa dan kesukaan dengan menggunakan analisis organoleptik. Sedangkan preferensi konsumen terhadap desain kemasan parameter yang digunakan sebagai pengujian meliputi label kemasan, warna label kemasan, jenis kemasan.

Preferensi konsumen terhadap desain kemasan diketahui dari kuesioner yang diberikan kepada responden dengan bentuk pertanyaan yang diajukan bersifat tertutup menggunakan metode skoring dengan skala Likert 5 skor dengan alternatif pilihan skor 1 (sangat tidak suka), skor 2 (tidak suka), skor 3 (agak suka), skor 4 (suka), skor 5 (sangat suka). Peneliti melakukan wawancara saat pengambilan data melalui kuesioner. Data yang diambil berupa data–data pendukung yang dapat memperkuat data penelitian. Teknik wawancara juga digunakan untuk memperjelas kuesioner jika terdapat responden yang menginginkan penjelasan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. KARAKTERISTIK SUSU JAGUNG

Tahap awal pembuatan yoghurt dilakukan dengan caramembuat formulasi susu jagung sebagai bahan baku.

A. Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung kuning varietas Bisi dan jagung manis yang diperoleh dari petani di Kecamatan Kalikajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah serta kacang hijau. Starter yang digunakan merupakan campuran kultur BAL *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Emulsifier yang digunakan adalah maltodekstrin, CMC dan susu skim.

B. Pelaksanaan penelitian

Pembuatan yoghurt jagung terdiri dari:

- Pembuatan susu jagung

Jagung hasil sortasi dicuci bersih (bebas dari kotoran) kemudian direbus selama beberapa menit, dilanjutkan dengan proses pemipilan biji. Jagung pipil kemudian dihancurkan menggunakan *blender* dengan penambahan air dengan rasio jagung : air 1:3. Bubur jagung yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan kain saring. Filtrat yang dihasilkan merupakan susu jagung yang kemudian dipanaskan (Syamsir, 2008 yang dimodifikasi).

- Pembuatan susu kacang hijau

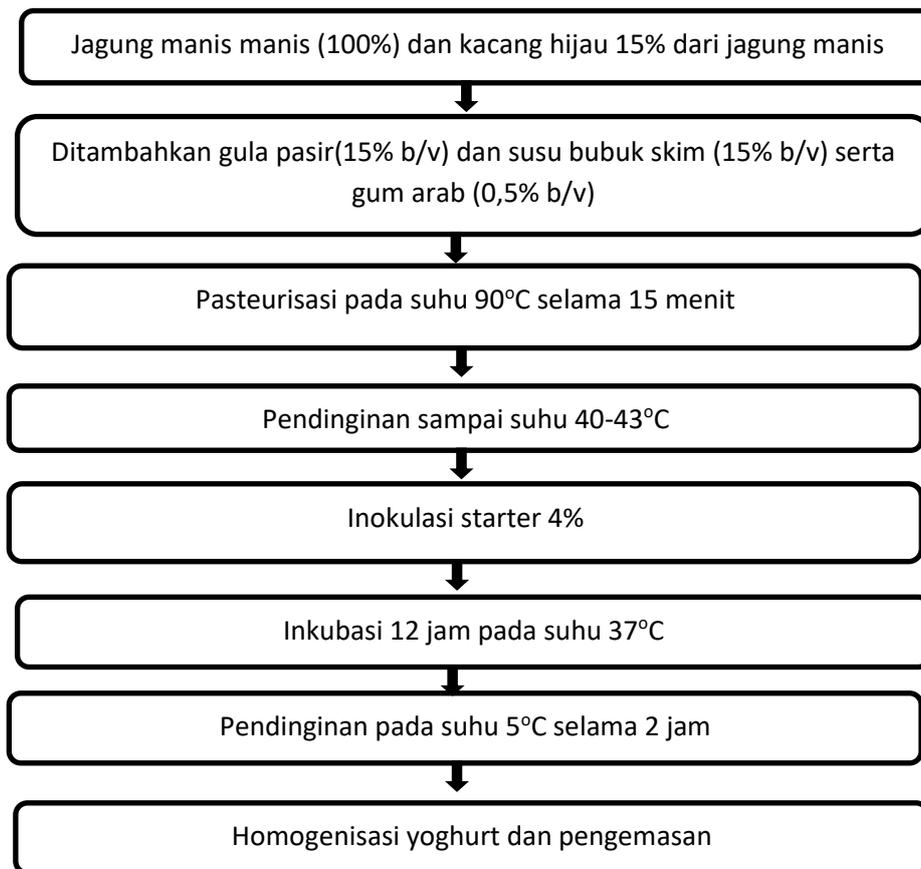
Biji kacang hijau dipisahkan dari kotoran dan dibersihkan kemudian direndam dengan air selama 8 jam. Setelah itu, kacang hijau direbus selama 30 menit hingga mendidih. Lalu, kacang hijau dihancurkan dengan cara dihancurkan dengan *blender* menggunakan air panas. Perbandingan air dengan kacang hijau adalah 4:1. Selanjutnya, disaring dengan menggunakan kain saring Filtrat yang dihasilkan merupakan susu kacang hijau yang kemudian dipanaskan (Nurhajati *et al.*, 2008 yang dimodifikasi).

- Pembuatan Starter Yoghurt

Starter dibuat dari yoghurt met yang berbentuk bubuk yang dibekukan. Starter diremajakan dengan membuat turunan F1 dan F2. Pembuatan Starter F-1, Skim sebanyak 250 gram dilarutkan dalam aquades sebanyak 500 ml yang bersuhu 43°C. Setelah skim tercampur dengan rata, masukkan culture 2,5 gram dan campur sampai homogen. Inkubasi dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 8 jam sampai menggumpal. Setelah starter F-1 selesai kemudian dibuat starter F-2. Pembuatan Starter F-2, skim sebanyak 80 mg dilarutkan dalam aquadest sebanyak 800 ml yang bersuhu 43°C. Setelah skim tercampur dengan rata, masukkan starter F-1 sebanyak 80 ml, dan campur sampai homogen. Inkubasi dalam inkubaror dengan suhu 37°C selama 8 jam.

- Pembuatan Yoghurt

Proses pembuatan yoghurt menurut (Aini, Prihananto, Wijonarko, Arimah, *et al.*, 2017) adalah penambahan sari kacang hijau (15% v/v), gula pasir (15% b/v), susu bubuk skim (15 % b/v) dan gum arab 1%, dipasteurisasi pada suhu 70°-80°C selama 15 menit, kemudian didinginkan sampai suhunya 40-43°C. Selanjutnya, inokulasi starter menggunakan starter F-3 yang dilakukan secara aseptis, kemudian dicampur hingga homogen. Susu yang telah diinokulasi dengan starter kemudian diinkubasi selama 12 jam pada suhu 37°C.



Gambar 2 Proses pembuatan yoghurt jagung-kacang hijau

Penetapan umur simpan metode *accelerated shelf life test (ASLT)*

Tahap pertama

Penelitian pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan awal yoghurt jagung kacang hijau. Yoghurt disimpan pada suhu standar yaitu 10°C selama 30 hari dengan menggunakan kemasan botol *polyethylene tereftalate* (PET), kemasan botol *high density polyethylene* (HDPE), kemasan botol kaca serta kemasan cup *polypropylene* (PP) bening dan berwarna. Pemantauan kemunduran mutu pada tahap umur simpan awal ini dilakukan selama 3 hari sekali dengan cara pengujian sensoris, pH dan kadar asam laktat.

Tahap kedua

Kemasan yang akan ditentukan permeabilitasnya terhadap uap air adalah kemasan botol *polyethylene tereftalate* (PET), kemasan botol *high density polyethylene* (HDPE), kemasan botol kaca serta kemasan cup *polypropylene* (PP)

bening dan berwarna. Kelima jenis kemasan tersebut diisi silica gel kemudian ditutup rapat (direkatkan). Kemasan yang berisi silica gel tersebut kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awalnya. Kemudian kemasan yang berisi silica gel disimpan pada suhu kamar. Selanjutnya setiap hari dilakukan penimbangan. Perubahan berat tersebut menunjukkan bahwa ada uap air yang diserap oleh silica gel. Setelah didapatkan data berat silica gel dan kemasannya maka dibuat grafik dengan berat total (silica gel + kemasan) sebagai sumbu Y, sedangkan waktu penimbangan sebagai sumbu X. Dari grafik tersebut dapat ditentukan slope (kemiringan).

Untuk menentukan permeabilitas kemasan terhadap uap air, maka digunakan persamaan yang dikemukakan Labuza (1984) yaitu: $k / x = NW / N_0 A x P_{out}$

Keterangan : k / x = permeabilitas kemasan (g H₂O / hari .m².mmHg)

NW / N_0 = slope (g H₂O / hari)

A = luas penampang kemasan (m²)

P_{out} = tekanan uap air di luar kemasan (mmHg)

Tahap Studi Kemunduran Mutu

Yoghurt jagung mani-kacang hijau dikemas dengan berbagai macam kemasan yaitu kemasan botol *polyethylene tereftalate* (PET), kemasan botol *high density polyethylene* (HDPE), kemasan botol kaca serta kemasan cup *polypropylene* (PP) bening dan berwarna, selanjutnya disimpan pada 3 suhu yang berbeda yaitu 5°C, 10°C, dan 15°C. Perubahan kadar protein, total asam laktat, viskositas, tingkat keasaman (nilai pH), dan cemaran mikroba diamati setiap hari sedangkan variable sensoris diamati setiap 5 hari sekali hingga tidak memenuhi standar SNI Yoghurt (SNI 2981:2009). Selanjutnya, data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara waktu dengan variabel untuk masing-masing suhu penyimpanan. Dari grafik tersebut diperoleh nilai k untuk masing-masing suhu penyimpanan. Nilai k adalah slope dari masing-masing grafik tersebut. Setelah itu, dengan membuat grafik hubungan antara $1 / T$ dengan $\ln k$, maka diperoleh nilai E_a (energi aktivasi) dan A (konstanta Arrhenius). Kinetika penurunan kadar vanillin ditentukan dengan menggunakan pendekatan persamaan Arrhenius :

$$\ln k = \ln A - E_a / R \cdot 1 / T$$

Tahap Penetapan Umur Simpan

Umur simpan ditentukan dengan menggunakan pendekatan kinetika kemunduran mutu Arrhenius. Reaksi kemunduran mutu orde nol (kecepatan tetap) dapat dinyatakan dengan persamaan : $A = A_0 - k \cdot t_s$

Dengan A_0 = harga awal parameter

A = harga yang tertinggi setelah waktu t

k = konstanta

t_s = umur simpan (hari atau bulan atau tahun)

Sedangkan reaksi kemunduran mutu orde satu (kecepatan tidak tetap) dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\ln (A / A_0) = - k \cdot t_s$$

C. Prosedur analisa

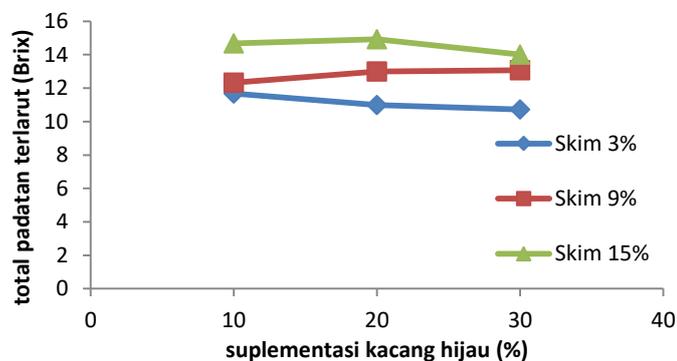
- Kadar air ditentukan dengan metode oven (AOAC, 2006).
- Kadar lemak dianalisa menggunakan Soxhlet (AOAC, 2006)
- Kadar protein terlarut dianalisa dengan metode Lowry Follin
- Kadar abu dianalisa dengan metode pengabuan langsung (AOAC, 2006).
- Kekentalan/viskositas menggunakan viscometer Brookfield dengan spindle nomor 1 dan kecepatan perputaran 0,6 rpm.
- Total padatan terlarut
- Total asam
- pH diukur dengan metode potentiometric (AOAC, 2006)
- Jumlah kultur *S. thermophilus* yang viable dalam yoghurt dihitung dalam media agar M17, sedangkan kultur *L. Bulgaricus* dihitung dalam media agar MRS menggunakan metode Total Plate Count dilanjutkan perhitungan dengan turbidimeter menggunakan metode spektroskopi (Mortazavian *et al.*, 2007)
- Uji organoleptik peringkat (rangking) dan kesukaan (hedonik) (Meilgaard, 1999).

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik susu jagung

1. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut menunjukkan kadar gula atau kadar padatan yang terlarut dalam bahan tersebut dan menunjukkan tingkat kemanisan produk. Semakin tinggi total padatan terlarut, maka semakin tinggi pula tingkat kemanisan produk tersebut. Peningkatan jumlah susu skim yang digunakan akan meningkatkan jumlah padatan yang terlarut pada susu jagung manis. Total padatan terlarut pada susu jagung manis berasal dari penguraian protein menjadi molekul sederhana dan larut dalam air seperti asam amino dan pepton, pemecahan karbohidrat serta pemecahan lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Komponen padatan terlarut selain pigmen, asam-asam organik dan protein adalah sukrosa. Hasil analisis nilai TPT pada susu jagung manis ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Total padatan terlarut susu jagung manis hasil interaksi penambahan kacang hijau dan susu skim

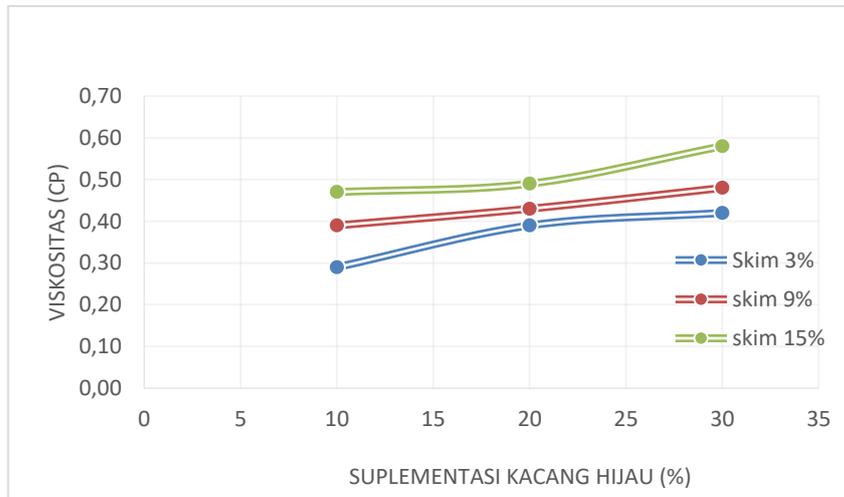
Peningkatan konsentrasi bahan penstabil berbanding lurus dengan peningkatan nilai total padatan terlarut. Semakin tinggi konsentrasi bahan penstabil, maka total padatan terlarut semakin tinggi (Gambar 3). Nilai rata-rata total padatan terlarut pada konsentrasi bahan penstabil yang berbeda berkisar antara 11,13 – 14,77°Brix. Total padatan terlarut tertinggi terdapat pada penambahan (konsentrasi bahan penstabil 15%) sebesar 14,77° Brix. Menurut (Ramirez-Santiago *et al.*, 2010) semakin banyak

bahan padatan yang ditambahkan maka nilai total padatan terlarut akan semakin meningkat karena terjadi pemecahan senyawa menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sehingga total padatan akan semakin meningkat.

2. Viskositas

Viskositas adalah suatu hambatan yang menahan aliran zat cair secara molekuler yang disebabkan oleh gerakan acak dari molekul zat cair tersebut. Viskositas menunjukkan tingkat kekentalan suatu produk. Viskositas susu jagung merupakan faktor yang penting karena susu jagung merupakan produk cair yang tingkat keencerannya sangat mempengaruhi penilaian sensori konsumen. Menurut (L. Allgeyer, Miller and Lee, 2010b) viskositas susu sangat dipengaruhi oleh bahan padat dan suhu pemasakan. Penambahan 10-30% sari kacang hijau mengakibatkan banyaknya bahan padatan terlarut pada susu jagung manis.

Kacang hijau merupakan salah satu bahan nabati yang mengandung pati yang cukup tinggi, yaitu sekitar 61-62%bk (Liu and Shen, 2007) Menurut (Sanchez *et al.*, 2009) pati sangat mempengaruhi viskositas karena pati dapat mengalami gelatinisasi apabila mendapatkan perlakuan panas sehingga dengan penambahan kacang hijau maka akan meningkatkan viskositas. Hasil pengujian viskositas produk susu jagung manis ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 4. Viskositas susu jagung manis hasil interaksi penambahan kacang hijau dan susu skim

Viskositas susu jagung merupakan faktor yang penting karena susu jagung merupakan produk cair yang tingkat keencerannya sangat mempengaruhi penilaian sensori konsumen. Menurut (Lobato-Calleros *et al.*, 2014), viskositas susu sangat dipengaruhi oleh bahan padat dan suhu pemasakan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan kacang hijau memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas susu jagung manis, sedangkan konsentrasi susu skim dan interaksi antara penambahan kacang hijau dan konsentrasi susu skim tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas susu jagung manis. Kacang hijau yang ditambahkan berkisar antara 10-30% dari total berat jagung manis yang digunakan. Hal itu menyebabkan banyaknya bahan padatan yang akan terlarut pada susu jagung manis

Penambahan kacang hijau 10% menghasilkan produk dengan viskositas rata-rata paling tinggi yaitu sebesar 26,29 cP. Penambahan kacang hijau 20% menghasilkan produk dengan viskositas rata-rata yaitu sebesar 19,97 cP yang tidak berbeda nyata dengan penambahan kacang hijau 30% yaitu sebesar 16,34 cP.

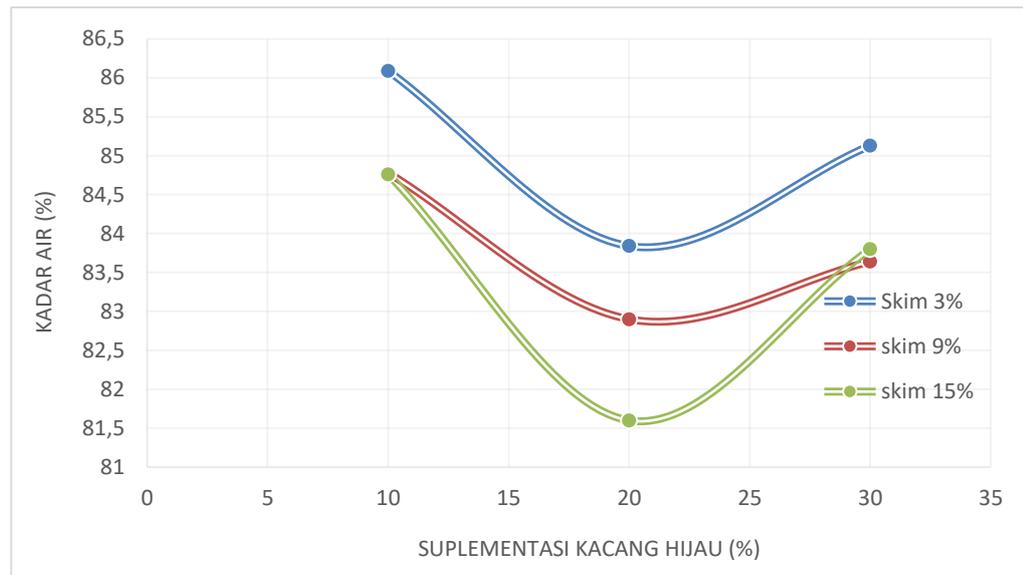
Viskositas susu jagung manis yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jumlah bahan yang digunakan. Adanya penambahan kacang hijau sangat berpengaruh

terhadap viskositas susu jagung manis karena semakin bertambahnya kacang hijau mengakibatkan semakin banyak bahan yang terkandung dalam susu jagung manis. Semakin tinggi penambahan kacang hijau, maka viskositas susu jagung manis semakin menurun. Hal ini karena adanya perendaman pada kacang hijau yang menyebabkan kacang hijau mengalami peningkatan kandungan air sehingga semakin tinggi kacang hijau yang ditambahkan menyebabkan viskositas semakin menurun. Menurut (Tang *et al.*, 2014), perendaman pada kacang hijau menyebabkan lunaknya struktur sel kacang hijau, sehingga air lebih mudah masuk ke dalam struktur sel dan dapat meningkatkan kadar air pada kacang hijau.

3. Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta citarasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan menentukan daya terima, kesegaran, dan umur simpan (Aini, Prihananto and Wijonarko, 2014). Air tidak termasuk komponen gizi, akan tetapi perannya sangat penting, diantaranya pada metabolisme. Air dalam bahan pangan berperan sebagai pelarut dari beberapa komponen disamping ikut sebagai bahan pereaksi. Air dapat ditemukan sebagai air bebas dan air terikat (Aini *et al.*, 2010). Air bebas dapat dengan mudah hilang apabila terjadi penguapan atau pengeringan, sedangkan air terikat sulit dibebaskan dengan cara tersebut. Air yang terikat dapat berupa ikatan fisik, yaitu pada sistem kapiler dan ikatan kimia, antara lain air kristal dan air yang terikat dalam sistem dispersi .

Susu jagung merupakan produk cair yang banyak mengandung air. Bahan penstabil yang digunakan akan meningkatkan jumlah berat/volume dari komponen yang terkandung dalam susu. Bahan penstabil ini dapat memerangkap air atau komponen lain seperti protein sehingga dapat berikatan dengan komponen yang mengandung air dan protein, sehingga pada saat dipanaskan komponen tersebut tetap stabil dan tidak mengalami kerusakan. Adanya bahan penstabil seperti susu skim akan membentuk ikatan kompleks antara protein dan air, air yang terjebak oleh polisakarida dapat berikatan dengan protein melalui ikatan hidrogen (Tangsuphoom and Coupland, 2008).



Gambar 5 Kadar air susu jagung manis yang dipengaruhi suplementasi kacang hijau dan susu skim

Semakin tinggi konsentrasi susu skim yang ditambahkan, semakin rendah kadar air susu jagung (Gambar 5). Menurut (Aini and Hariyadi, 2010) apabila suatu larutan mengandung penstabil dipanaskan kemudian didinginkan, maka akan terbentuk gel. Gel terbentuk antara molekul penstabil yang membentuk ikatan double helix dan membuat air terperangkap diantara molekul polimer tersebut sehingga molekul air yang terikat oleh penstabil akan sulit menguap. (Zhang *et al.*, 2016) juga menyatakan bahwa zat penstabil berfungsi sebagai pembentuk selaput yang berukuran mikro untuk mengikat molekul lemak, air dan udara. Dengan demikian air tidak akan mengkristal, dan lemak tidak akan mengeras. Zat penstabil juga bersifat mengentalkan adonan, sehingga selaput-selaput pada bahan bisa stabil.

Mekanisme penurunan kadar air karena meningkatnya konsentrasi bahan penstabil juga disebabkan semakin meningkatkan jumlah air yang terikat, sehingga menurunkan kadar air. Menurut (Aini, Prihananto and Wijonarko, 2014) air yang sebelumnya berada di luar bebas bergerak, dengan adanya bahan penstabil maka tidak dapat bergerak bebas lagi karena terserap dan terikat oleh penstabil. Hal ini didukung oleh (Supavitpatana, Wirjantoro and Raviyan, 2010) yang menyatakan

bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan penstabil yang ditambahkan semakin banyak air yang terikat, dan akan meningkatkan viskositas.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi susu skim yang ditambahkan mengakibatkan semakin rendahnya kadar air yang dihasilkan pada produk. Menurut (Rodsuan, U. Thumthanaruk, B., Kerdchoechuen, O., and Laohakunjit, 2016) apabila suatu larutan mengandung penstabil dipanaskan kemudian didinginkan, maka akan terbentuk gel. Gel terbentuk antara molekul penstabil yang membentuk ikatan double helix dan membuat air terperangkap diantara molekul polimer tersebut sehingga molekul air yang terikat oleh penstabil akan sulit menguap. Pernyataan ini didukung oleh (Raikos, 2014) yang menyatakan bahwa zat penstabil berfungsi sebagai pembentuk selaput yang berukuran mikro untuk mengikat molekul lemak, air dan udara. Dengan demikian air tidak akan mengkristal, dan lemak tidak akan mengeras. Zat penstabil juga bersifat mengentalkan adonan, sehingga selaput-selaput pada bahan bisa stabil.

4. Kadar Abu

Kadar abu yang terkandung dalam susu jagung manis ini menunjukkan banyaknya mineral yang terkandung dalam susu jagung manis. Penambahan kacang hijau dan susu skim meningkatkan kandungan mineral dalam susu jagung manis karena jagung manis lebih dominan mengandung karbohidrat yaitu sekitar 22,8 gram. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan kacang hijau (H), konsentrasi susu skim (K) dan interaksi antara penambahan kacang hijau dan konsentrasi susu skim (H×K) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu susu jagung manis.

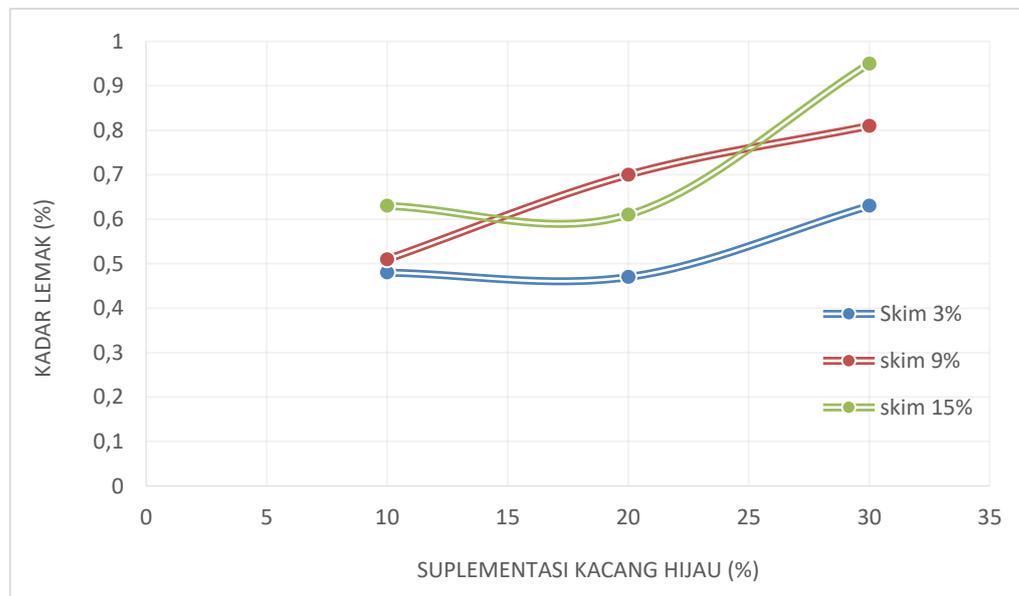
Kadar abu yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 0,308-0,482(%bk). Kadar abu paling rendah dihasilkan pada susu jagung manis dengan penambahan kacang hijau 10% sedangkan kadar abu paling tinggi dihasilkan pada susu jagung manis dengan penambahan kacang hijau 20%.

Berdasarkan interaksi keduanya, kadar abu masing-masing perlakuan yaitu H1K1 0,357(%bk); H1K2 0,263(%bk); H1K3 0,303(%bk); H2K1 0,583(%bk); H2K2 0,39(%bk); H2K3 0,473(%bk); H3K1 0,32(%bk); H3K2 0,307(%bk); H3K3 0,307(%bk). Penambahan kacang hijau 30% menghasilkan produk susu jagung

manis dengan rata-rata kadar abu yang tidak berbeda nyata dengan penambahan kacang hijau 10% yaitu sebesar 0,311(%bk). Hal ini terjadi karena pada umumnya sereal dan kacang-kacangan mengandung mineral sebesar 1,5-2,5% sehingga dapat berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan (Science, Prague and Republic, 2015).

5. Kadar Lemak

Kadar lemak susu jagung diinginkan memenuhi standar minimal SNI susu kedelai (SNI 01-3830-1995) yaitu minimal sebesar 0,30, dan hal ini bisa terpenuhi. Kadar lemak susu jagung manis yang dihasilkan oleh semua perlakuan berada dibawah 1,0 (Gambar 6) sehingga susu jagung manis dalam penelitian ini dapat dikonsumsi untuk yang sedang melakukan diet.



Gambar 6 Kadar lemak susu jagung manis yang dipengaruhi suplementasi kacang hijau dan susu skim

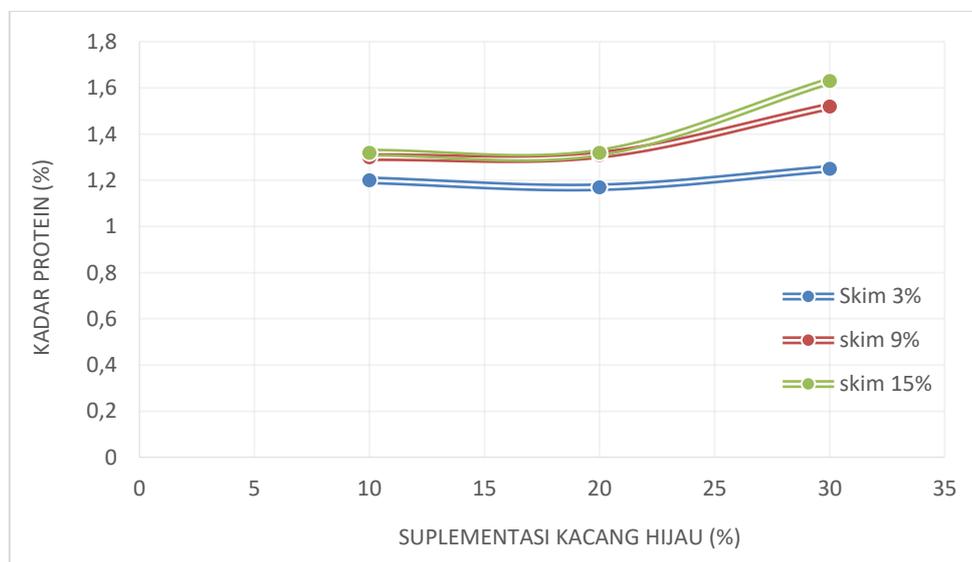
Rendahnya lemak yang terkandung dalam susu jagung manis ini dikarenakan kandungan lemak yang terdapat dalam jagung manis memang rendah, yaitu sekitar 1,0 gr dalam 100 gr (Liu and Shen, 2007) . Semakin tinggi susu skim yang ditambahkan maka kadar lemak susu jagung manis yang dihasilkan akan semakin

tinggi. Menurut (Lobato-Calleros *et al.*, 2008) tingginya konsentrasi susu skim akan meningkatkan kadar lemak pada keju.

6. Kadar Protein

Kacang hijau merupakan salah satu sumber protein nabati dengan kandungan protein sebesar 20,7 gram dalam 100 gram bahan (Liu and Shen, 2007). Adanya penambahan kacang hijau dapat meningkatkan kadar protein susu jagung manis karena kandungan protein dalam jagung manis hanya 3,5 gram dalam 100 gram bahan (Coskun, Yalcin and Ozarslan, 2016). Susu sapi memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga diharapkan susu jagung manis yang dihasilkan memiliki kandungan protein yang mendekati kadar protein susu sapi pada umumnya.

Penambahan kacang hijau menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan protein dalam susu jagung manis (Gambar 7). Hal ini disebabkan kacang hijau mengandung protein yang cukup tinggi yaitu sebesar 22% sehingga adanya kacang hijau dalam susu jagung manis dapat meningkatkan kandungan protein pada susu jagung .



Gambar 7 Kadar protein susu jagung manis yang dipengaruhi suplementasi kacang hijau dan susu skim

Semakin meningkatnya jumlah bahan berprotein dapat mengakibatkan denaturasi pada susu jagung manis. Oleh karena itu, sebaiknya jumlah bahan yang mengandung protein tidaklah terlalu banyak digunakan. Hal tersebut sesuai dengan (Hur, Decker and Mc-Clements, 2009) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi filler (bahan pengisi) yang ditambahkan semakin kecil kadar protein yang dihasilkan.

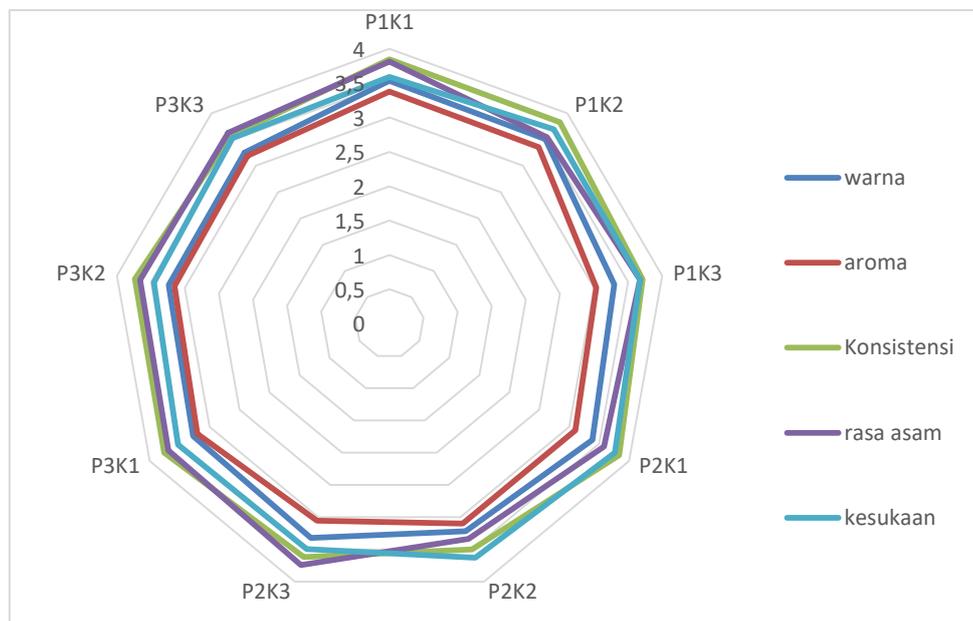
Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya. Lapisan molekul protein bagian dalam bersifat hidrofobik berbalik keluar sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofil terlipat kedalam. Pelipatan atau pembalikan terjadi khususnya bila larutan protein telah mendekati pH isolistrik dan akhirnya protein akan menggumpal dan mengendap (Supavititpatana, Wirjantoro and Raviyan, 2009) Proses perendaman dan pengupasan pada kacang hijau menyebabkan turunnya kandungan protein pada kacang hijau. Menurut (Feng, 2006) sebagian besar (85-95%) protein kacang-kacangan terdiri dari globular larut air, sehingga diduga banyak protein kacang hijau yang ikut terlarut bersama air rendaman.

7. Variabel Sensori

Sifat sensoris dapat diuraikan menjadi atribut-atribut sensoris yang lebih rinci. Warna dapat diuraikan menjadi warna merah, kuning, hijau dan lain-lain serta intensitas warna (Tuorila and Monteleone, 2009). Tekstur dapat diuraikan menjadi atribut-atribut tekstur seperti kekerasan, kelengketan, kealotan, kegetasan, dan lain-lain. Warna kuning pada susu jagung disebabkan oleh adanya kandungan karotenoid dalam jagung. Karotenoid adalah suatu kelompok pigmen yang berwarna kuning, orange, atau merah orange, mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air (Colín-Chávez *et al.*, 2014a). Pigmen karotenoid dapat tercampur dengan bahan larut air menjadi koloid setengah padat yang kompak dengan adanya bahan penstabil.

Semakin besar konsentrasi susu skim menyebabkan skor warna menjadi semakin kecil karena warna produk menjadi semakin putih. Susu skim yang digunakan merupakan susu skim yang memiliki warna putih dan sangat berpengaruh

terhadap warna produk yang dihasilkan. Penambahan kacang hijau tidak berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan karena kacang hijau yang digunakan sudah direndam dan dihilangkan kulit arinya sehingga warna kacang hijau menjadi kekuningan dan menyerupai warna asli jagung manis. Menurut (Tangsuphoom and Coupland, 2008) adanya bahan penstabil seperti susu skim menyebabkan terbentuknya gugus hidrofilik yang akan memerangkap bahan non polar (tidak larut dalam air) sehingga warna susu jagung manis yang dihasilkan tidak terlalu kuning.



Gambar 8 Sifat sensoris susu jagung

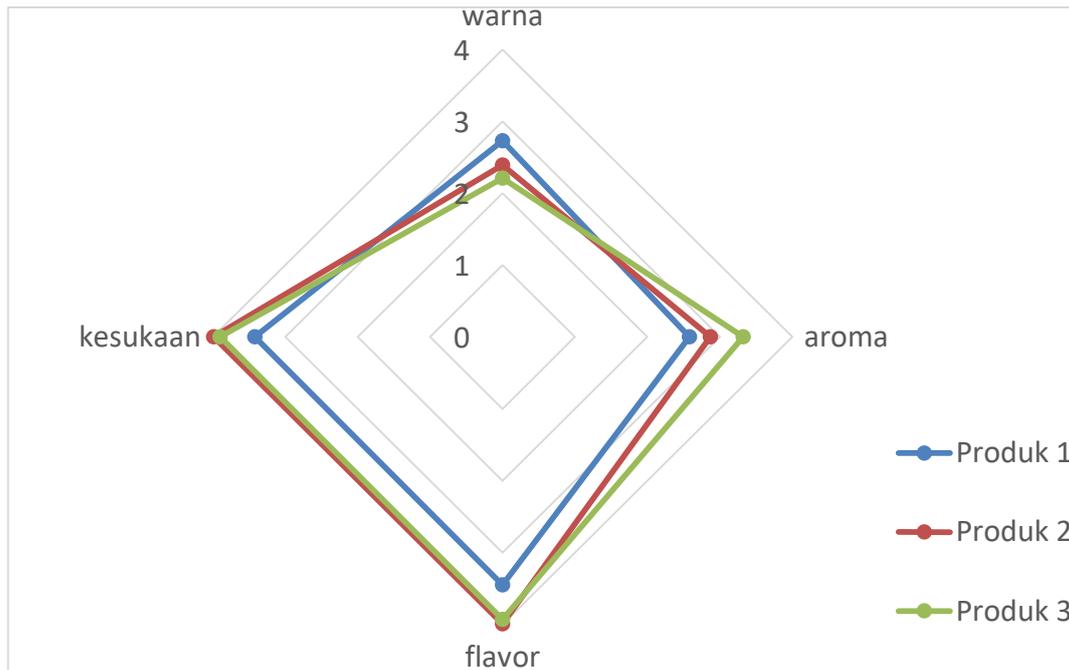
Aroma dapat dijadikan indikator terjadinya kerusakan produk, misalnya sebagai akibat dari pemanasan atau cara penyimpanan yang kurang baik ataupun adanya cacat (*off flavor*) suatu produk (Hulin-Bertaud *et al.*, 2000). Dalam industri pangan pengujian aroma atau bau dianggap penting karena dapat menentukan diterima atau tidaknya produk tersebut. Timbulnya aroma atau bau ini karena zat bau tersebut bersifat *volatile* (mudah menguap). Aroma pada susu jagung manis merupakan penentu kualitas yang penting karena pada penelitian ini menggunakan kacang hijau sebagai bahan tambahan. Kacang hijau memiliki aroma yang cukup langu disebabkan oleh kerja enzim lipoksigenase sehingga dapat mempengaruhi kualitas aroma produk susu jagung manis (Min and Boff, 2002)

Aroma susu jagung didominasi oleh susu jagung, walaupun ada penambahan susu skim tetapi pada konsentrasi kecil sehingga kurang terasa (Gambar 8). Penambahan kacang hijau menyebabkan adanya bau agak langu sehingga dapat menutupi aroma khas jagung. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh yang mengatakan bahwa semakin banyak kacang hijau yang digunakan mengakibatkan penerimaan panelis terhadap produk mengalami penurunan karena aroma langu yang dihasilkan oleh kacang hijau semakin kuat seiring bertambahnya jumlah kacang hijau yang digunakan. Bau langu tersebut disebabkan oleh kerja enzim lipoksigenase. Enzim tersebut akan bereaksi dengan lemak dan menghasilkan sedikitnya 8 senyawa volatil terutama etil-fenil-keton (Chivero *et al.*, 2016).

Konsistensi pada produk sangat menentukan tekstur produk saat diminum. Produk yang terlalu encer akan mudah ditelan dan dialirkan ke tenggorokan. Sebaliknya, apabila produk terlalu kental maka produk menjadi sulit ditelan atau menyisakan residu di lidah karena sulit mengalir. Semakin meningkatnya konsentrasi susu skim dan kacang hijau yang ditambahkan maka susu jagung yang dihasilkan semakin kental. Susu yang sering dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari merupakan susu yang berbentuk cair, mudah ditelan, dan tidak meninggalkan residu di lidah. Semakin meningkatnya penambahan kacang hijau yang ditambahkan menyebabkan semakin banyak padatan yang terlarut dalam susu sehingga menghasilkan produk susu yang lebih kental. Konsentrasi susu skim juga berpengaruh terhadap tingkat kekentalan produk susu jagung manis yang dihasilkan. Semakin meningkatnya konsentrasi susu skim menyebabkan produk susu jagung manis yang dihasilkan menjadi semakin kental.

- Penerimaan konsumen

Berdasarkan hasil pengujian sifat sensoris, fisik dan kimia, dipilih 3 produk terbaik untuk diuji penerimaannya di masyarakat, yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Hasil uji penerimaan masyarakat 3 produk terbaik

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Multiple Attribute* diperoleh hasil bahwa susu jagung manis perlakuan H1K1 merupakan perlakuan terbaik. Hal ini dikarenakan sifat fisik, kimia, dan sensorinya memiliki nilai yang baik. Pemilihan perlakuan terbaik ini berdasarkan parameter-parameter yang telah diuji sebelumnya. Pada analisis lanjutan, dilakukan Uji T antara perlakuan terbaik susu jagung manis dengan susu kedelai komersial yang ada di pasaran serta dibandingkan dengan SNI susu kedelai. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Perbandingan antara susu jagung manis perlakuan terbaik dengan susu kedelai komersial, Uji T, dan SNI 01-3830-1995

Parameter	Susu Jagung	Susu Kedelai	Uji T	SNI 01-3830-1995
TPT (°Brix)	11,67	11,2	tn	Min 11,5
Viskositas (cP)	27,9	7,92	*	-
Kadar Air (%)	86,09	87,70	tn	-
Kadar Abu (%)	0,357	0,4	tn	-
Kadar Lemak (%)	0,643	0,80	tn	Min 0,30
Kadar Protein (%)	1,69	2,98	tn	Min 1,0
Warna	2,8 (kuning keputihan)	1,1 (putih)	*	Normal
Aroma	4,0 (khas jagung)	1,05 (khas kedelai)	*	-
Kekentalan	2,5 (agak kental)	2,2 (kurang kental)	*	-
Flavor (citarasa)	3,85 (enak)	3,6 (enak)	tn	-
Kesukaan	3,72 (suka)	3,55 (suka)	tn	-

Dari hasil analisis Uji T antara susu jagung manis dan susu kedelai, sifat sensori berbeda nyata pada variabel warna, aroma, dan kekentalan. Hal ini menunjukkan bahwa panelis mengenali adanya perbedaan antara produk susu jagung manis dengan susu kedelai. Panelis dapat mengenali adanya perbedaan aroma dari produk susu jagung manis yang memiliki aroma khas jagung manis dengan produk susu kedelai yang memiliki aroma khas kedelai. Secara visual, terlihat perbedaan warna yang sangat berbeda antara kedua produk susu. Susu jagung manis memiliki warna yang agak kuning (kuning keputihan) sedangkan susu kedelai memiliki warna yang putih. Kekentalan susu jagung (3,23) lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan susu kedelai (2,16). Hal ini terjadi karena

penambahan air pada pembuatan susu kedelai (1:10) lebih banyak bila dibandingkan dengan susu jagung (1:2).

Berdasarkan hasil analisis Uji T terhadap variabel flavor dan kesukaan, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara susu jagung manis dan susu kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai rasa kedua produk susu nabati tersebut walau secara visual terlihat jelas perbedaan bahan dasar antara kedua produk susu nabati tersebut. Oleh karena itu, susu jagung manis pada penelitian ini dapat digunakan untuk konsumsi masyarakat apabila susu kedelai sulit diperoleh.

Secara fisik, nilai TPT susu jagung manis lebih tinggi dibandingkan dengan susu kedelai namun berdasarkan hasil analisis Uji T, nilai TPT susu jagung manis tidak berbeda nyata dengan susu kedelai. Nilai TPT susu jagung manis sebesar 11,67 °Brix sedangkan susu kedelai hanya 11,2 °Brix. Hal ini menunjukkan bahwa total padatan yang terdapat dalam susu jagung manis lebih besar bila dibandingkan dengan susu kedelai. Menurut (Min and Boff, 2002) total padatan susu kedelai sebesar 8,5%, yang meliputi kadar protein 3,6%; kadar lemak 2,0% dan karbohidrat 2,9%. Tingginya nilai TPT pada produk susu jagung manis disebabkan karena banyaknya bahan yang dicampurkan dalam pembuatan susu jagung manis, seperti jagung manis, kacang hijau, susu skim, dan gula pasir sehingga dapat meningkatkan nilai TPT pada produk susu jagung manis sedangkan untuk susu kedelai hanyalah menggunakan kedelai, gula pasir, dan sedikit vanili. Menurut SNI 01-3830-1995, total padatan minimal yang terkandung dalam susu kedelai adalah 11,5 °Brix sehingga TPT susu jagung manis yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi standar minimal SNI 01-3830-1995. Untuk variabel viskositas, berdasarkan hasil analisis

Uji T viskositas susu jagung manis berbeda nyata dengan susu kedelai. Nilai viskositas susu jagung manis (27,90 cP) lebih besar dibandingkan dengan susu kedelai (7,92 cP). Dari hasil tersebut terlihat bahwa susu jagung manis lebih kental bila dibandingkan dengan susu kedelai. Hasil analisis viskositas sesuai dengan analisis kekentalan pada kedua produk yang memiliki perbedaan yang nyata menurut Uji T.

Kadar protein susu jagung lebih rendah (1,69%) dibandingkan dengan kadar protein susu kedelai (2,98%). Hal ini terjadi karena kandungan kedelai dalam susu

kedelai lebih besar bila dibandingkan dengan susu jagung manis yang hanya diberi penambahan kacang hijau sebesar 10%. Kadar protein kedelai mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi, hampir menyamai kadar protein susu skim kering. Keunggulan protein pada susu nabati adalah proteinnya tidak menimbulkan alergi dan mempunyai susunan asam amino esensial paling lengkap serta mirip dengan susu sapi sehingga sangat baik digunakan sebagai pengganti susu sapi, terutama bagi yang alergi terhadap susu sapi atau biasa disebut *Lactose intolerance*. Protein pada susu kedelai merupakan sumber protein nabati yang sangat tinggi kandungan lisin, yaitu sekitar 23,00 gram per 100 gram bahan. Menurut SNI 01-3830-1995, kadar protein minimal dalam susu kedelai adalah 1,0 dan pada susu jagung manis dihasilkan kadar protein sebesar 1,69 sehingga untuk kadar protein susu jagung manis dalam penelitian ini telah memenuhi standar minimal yang ditetapkan SNI 01-3830-1995.

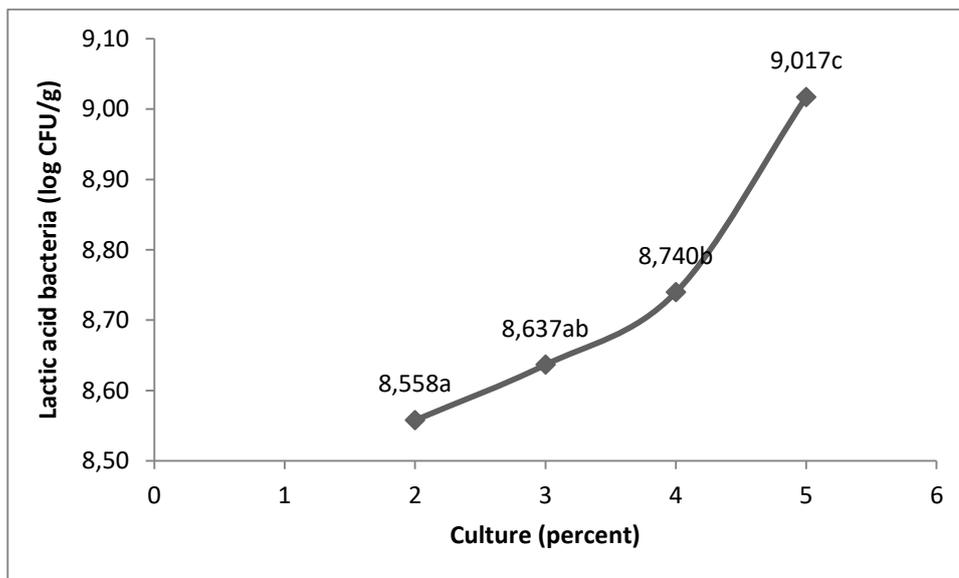
Kadar lemak pada susu jagung manis tidak berbeda nyata dengan susu kedelai. Susu jagung manis mengandung lemak sebesar 0,643 dan susu kedelai mengandung lemak sebesar 0,80. Hasil ini tidak terlalu jauh perbedaannya karena dalam jagung manis juga lemak yaitu sebesar 1,0 gram, sedangkan susu kedelai mengandung lemak sebesar 2,0. Hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan kedua pendapat tersebut yang mengatakan bahwa kandungan lemak pada susu kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan susu jagung manis. Hal ini membuktikan bahwa susu jagung manis lebih rendah lemak dan aman untuk dikonsumsi untuk penderita kolesterol atau untuk yang sedang diet. Menurut standar SNI, kadar lemak minimal pada susu kedelai adalah 0,30. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa susu jagung manis pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 01-3830-1995.

B. Karakteristik yoghurt jagung

Bakteri asam laktat

Penggunaan level kultur berpengaruh nyata terhadap total bakteri asam laktat yang dihasilkan. Semakin banyak kultur yang ditambahkan, total bakteri asam laktat semakin meningkat (Gambar 10). Penambahan 2, 3, 4 dan 5 % kultur menghasilkan sari jagung probiotik yang memiliki bakteri asam laktat sejumlah 8,558; 8,637; 8,74

dan 9,017 log CFU/g. Hal ini sesuai dengan (Donkor *et al.*, 2007) bahwa semakin banyak kultur yang ditambahkan semakin tinggi total bakteri asam laktat yang dihasilkan. Menurut (Pescuma *et al.*, 2010), jenis susu dan bakteri asam laktat yang digunakan sebagai kultur, menentukan kualitas yogurt, terutama jumlah mikroba hidup dan keasaman yogurt.



Gambar 10 Jumlah bakteri asam laktat pada minuman prebiotik jagung yang dipengaruhi oleh penambahan kultur

Menurut (Gustaw, Kordowska-Wiater and Kozio, 2011), *Lactobacillus* merupakan BAL yang potensial untuk menjadikan pangan fungsional. Hal tersebut dibuktikan dalam penelitian ini, penggunaan kultur BAL *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* pada level 2, 3, 4 dan 5 % menghasilkan produk yang memiliki total BAL yang mampu mencapai standar bahan pangan probiotik dan menjadikan sari jagung manis probiotik tersebut termasuk dalam pangan fungsional. Menurut (Torre, Tamime and Muir, 2003), minimum total BAL dalam pangan probiotik adalah 6 log CFU/gr pada saat waktu kadaluarsa. Dosis yang dianjurkan agar dapat dirasakan manfaat dari probiotik tersebut yaitu 8 log CFU/gr setiap *serving* ((Tamime *et al.*, 2005).

Penambahan ekstrak ubi jalar tidak berpengaruh nyata terhadap total bakteri asam laktat. Oligosakarida pada ubi jalar bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri

probiotik seperti bakteri asam laktat, akan tetapi peningkatan jumlah ekstrak ubi jalar tidak meningkatkan total bakteri asam laktat pada sari jagung manis probiotik. Hal tersebut kemungkinan dipengaruhi kurangnya nutrisi. Menurut (Saccaro *et al.*, 2009), kurangnya dukungan nutrisi dan kondisi lingkungan akan mempengaruhi kemampuan bakteri untuk tumbuh dan berkembang. Nutrisi sari jagung manis dan kacang hijau yang mampu dimanfaatkan oleh BAL untuk mempertahankan hidupnya adalah protein, lemak dan mineral (kalsium, fosfor dan magnesium), yang semuanya memiliki jumlah sama.

- pH dan total asam

Analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar perlakuan konsentrasi kultur serta ekstrak ubi jalar terhadap nilai pH, sedangkan interaksi antara penambahan konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar tidak memberikan perbedaan nyata. pH yoghurt jagung berkisar pada nilai 3,77-3,93. Penurunan pH merupakan salah satu akibat proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam laktat sebagai produk utama dari aktivitas bakteri. Semakin banyak jumlah kultur yang ditambahkan, pH semakin kecil (Tabel 4) dan total asam semakin meningkat (Tabel 5).

Tabel 4 pH yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	3,91	3,93	3,91	3,93	3,93	3,92 ^d ± 0,01
3	3,9	3,90	3,87	3,92	3,87	3,89 ^c ± 0,02
4	3,90	3,88	3,87	3,87	3,83	3,87 ^b ± 0,02
5	3,87	3,80	3,82	3,87	3,77	3,82 ^a ± 0,04
Rata-rata	3,89 ^c ± 0,02	3,88 ^b ± 0,06	3,86 ^b ± 0,04	3,9 ^c ± 0,04	3,85 ^a ± 0,07	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01).

pH yoghurt 3,77- 3,93, hampir sama dengan pH yogurt pada umumnya yaitu 4 (FDA, 2009). pH yoghurt ini juga mendekati pH yoghurt dari susu sapi yaitu 3,7

sampai 4,33 (Olugbuyiro and Oseh, 2011). pH yoghurt ini juga sudah sesuai dengan standar FDA yaitu 4,6 atau lebih rendah . Menurut (Gustaw, Kordowska-Wiater and Kozió, 2011), penurunan pH dalam pembuatan yoghurt merupakan aktivitas yang dilakukan oleh *Streptococcus thermophilus*, sedangkan *Lactobacillus bulgaricus* mengubah laktosa menjadi asam laktat. Berubahnya laktosa menjadi asam laktat ini juga menurunkan pH dan meningkatkan total asam, sehingga semakin banyak kultur yang ditambahkan maka pH semakin menurun dan total asam meningkat. Hasil ini juga sesuai dengan (Abrar *et al.*, 2009) bahwa jumlah kultur yang ditambahkan berpengaruh nyata terhadap pH yoghurt dan total asam.

Tabel 5 Total asam yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	0,77	0,82	0,78	0,69	0,73	0,76 ^a ± 0,05
3	0,78	0,84	0,79	0,79	0,81	0,8 ^{ab} ± 0,02
4	0,79	0,87	0,83	0,84	0,84	0,83 ^{bc} ± 0,03
5	0,81	0,88	0,87	0,88	0,86	0,86 ^c ± 0,03
	0,79 ^a ± 0,02	0,85 ^b ± 0,03	0,82 ^{ab} ± 0,04	0,80 ^{ab} ± 0,08	0,81 ^{ab} ± 0,06	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Menurut (Soukoulis *et al.*, 2007), pH yoghurt berkaitan dengan jumlah asam. Peningkatan nilai pH yogurt disebabkan terjadi penurunan jumlah ion H⁺ yang dipicu oleh penurunan total asam. Total asam yoghurt jagung-kacang hijau berada pada kisaran 0,69 sampai 0,88 (Tabel 5). Terbentuknya asam pada produk fermentasi diikuti dengan meningkatnya konsentrasi ion hidrogen sehingga nilai pH menurun, atau sebaliknya. Asam laktat merupakan komponen asam terbesar yang dihasilkan dari proses fermentasi yoghurt. Menurut (Irvine and Hekmat, 2011), asam pada yoghurt terdiri 59 persen asam laktat, 28 persen asam sitrat dan 5,3 persen asam asetat, 2,4 persen asam formiat, 2,3 persen asam suksinat dan sejumlah asam yang lain.

Semakin banyak ekstrak ubi jalar yang ditambahkan, pH cenderung menurun dan total asam cenderung meningkat. Penambahan ubi jalar sebesar 30 persen menghasilkan yoghurt dengan pH terendah (3,85) dan total asam 0,81 persen. Ubi jalar mengandung oligosakarida sebesar 2,65 persen yang terdiri dari rafinosa, stakhiosa dan verbaskosa. Oligosakarida merupakan salah satu bahan yang difermentasi oleh *Lactobacillus bulgaricus*, sehingga semakin banyak ubi jalar, kadar asam laktat semakin meningkat dan pH semakin kecil. Sifat asam pada yoghurt ini memberikan lingkungan yang optimal untuk mendukung kelangsungan hidup probiotik.

Laktosa pada skim sebagai bahan tambahan pada pembuatan yoghurt juga menyumbang peranan pada pembentukan asam laktat. Oligosakarida dan laktosa dapat diubah menjadi asam laktat dengan cara menghidrolisisnya menjadi molekul karbohidrat sederhana (glukosa). Glukosa memasuki daur glikolisis dan diubah menjadi piruvat. Kondisi anaerobik menyebabkan asam piruvat tidak memasuki daur Krebs dan dialihkan pemakaiannya, yaitu diubah menjadi asam laktat oleh laktat dehidrogenase dengan NADH sebagai sumber energinya (Mahdian and Tehrani, 2007).

Total padatan terlarut

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Nilai total padatan terlarut yoghurt jagung berkisar pada nilai 19,0 sampai 21,79⁰Brix seperti terlihat pada Tabel 6. Total padatan terlarut yoghurt jagung-kacang hijau ini hampir sama dengan yoghurt dari susu sapi menurut Olugbuyiro dan Oseh (2011) yaitu 12,9 sampai 21,8.

Tabel 6. Total padatan terlarut yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	19,6	19,6	20,1	20,15	21,79	20,25 ^b ± 0,9
3	19,65	19,7	19,7	19,75	21,0	19,96 ^{ab} ± 0,58
4	19,65	19,1	19,6	19,95	20,2	19,82 ^{ab} ± 0,25
5	19,0	19,1	20,15	19,95	19,5	19,54 ^a ± 0,51
	19,48 ^a ± 0,32	19,38 ^a ± 0,29	19,89 ^a ± 0,28	19,95 ^a ± 0,16	20,62 ^b ± 0,99	

Semakin banyak ubi jalar yang ditambahkan, total padatan terlarut semakin besar. Penambahan 30 persen ekstrak ubi jalar menghasilkan yoghurt dengan total padatan terlarut tertinggi, yaitu 20,62 persen (Tabel 3). Ubi jalar memiliki total padatan terlarut sebesar 37,76 persen, sedangkan padatan terlarut pada jagung manis lebih rendah, yaitu 27,3 persen.

Viskositas

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap viskositas yoghurt, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Viskositas yoghurt jagung-kacang hijau berkisar pada 94,7-407,2 cP (Tabel 6).

Tabel 6 Viskositas yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					
	10	15	20	25	30	
2	94,7	187,7	225,5	223,5	284,3	203,1 ^a ± 69,8
3	174,0	260,5	186,9	288,9	307,5	243,6 ^b ± 60,2
4	181,4	261,5	211,5	291,5	394,5	268 ^c ± 82,6
5	265,0	295,0	276,5	300,2	407,2	308,8 ^d ± 56,8
	178,8 ^a ± 69	251,2 ^c ± 45,2	225,1 ^b ± 37,8	276 ^d ± 35,4	348,3 ^e ± 61,5	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Semakin banyak kultur yang ditambahkan, viskositas yoghurt semakin meningkat. Penambahan 5 persen kultur menghasilkan yoghurt jagung-kacang hijau dengan viskositas 308,8cP, sementara pada penambahan kultur 2 persen viskositasnya 203,1 cP. Hal ini sesuai dengan (Mahdian and Tehrani, 2007) bahwa semakin tinggi konsentrasi kultur, viskositas yoghurt semakin meningkat.

Semakin banyak ekstrak ubi jalar, viskositas yoghurt juga semakin meningkat. Hal ini didukung oleh (Mahdian and Tehrani, 2007) bahwa perbedaan tingkat kekentalan yoghurt disebabkan oleh total padatan yang terdapat pada masing-masing produk dan juga perbedaan asam dan nilai pH, karena keduanya berperan dalam penggumpalkan kasein dan protein. Semakin banyak ekstrak ubi jalar, pH bioyoghurt semakin rendah. pH yang rendah akan mengkoagulasi protein susu membentuk

gumpalan (*curd*), sehingga yoghurt akan mengental (viskositas lebih tinggi daripada susu). Besarnya viskositas dapat dipakai sebagai indeks jumlah zat padat yang terdapat dalam cairan, semakin banyak jumlah zat padat maka viskositas yang terdapat dalam cairan semakin besar. Menurut (Olugbuyiro and Oseh, 2011), pembuatan yoghurt dengan penambahan 2.0-3.5 % padatan tanpa lemak akan meningkatkan keteguhan, viskositas, dan bentuk yogurt yang dihasilkan. Apabila dibandingkan dengan hasil total padatan terlarut, hal ini sudah sesuai yaitu semakin banyak ekstrak ubi jalar, total padatan terlarut dan viskositas semakin tinggi

Kadar lemak

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar lemak yoghurt, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Semakin banyak kultur yang ditambahkan, kadar lemak cenderung semakin menurun. Semakin banyak kultur, maka *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* akan semakin banyak menghasilkan enzim lipase sehingga lemak terhidrolisis juga semakin banyak (Maragkoudakis dkk., 2006). Penambahan 2 persen kultur menghasilkan kadar lemak terendah yaitu 0,27 persen (Tabel 7).

Tabel 7. Kadar lemak yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

kultur (persen)	ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	0,32	0,11	0,31	0,74	0,56	0,41 ^{ab}
3	0,89	0,46	0,13	0,34	0,45	0,45 ^b
4	0,76	0,25	0,07	0,26	0,41	0,35 ^{ab}
5	0,6	0,05	0,29	0,1	0,33	0,27 ^a
Rata-rata	0,64 ^c	0,22 ^a	0,2 ^a	0,36 ^{ab}	0,44 ^b	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Kadar lemak yoghurt ini lebih rendah daripada kadar lemak yoghurt susu sapi yang berada pada kisaran 1,51 sampai 4 persen (Olugbuyiro and Oseh, 2011)).

Rendahnya kadar lemak disebabkan bahan-bahan yang digunakan yaitu jagung manis dan ubi jalar memiliki kadar lemak rendah, masing-masing 1 dan 0,17 persen. Bahan lain yang ditambahkan, yaitu kacang hijau juga hanya memiliki kadar lemak 1,15 persen, sedangkan susu skim hampir tidak ada lemaknya. Selama fermentasi, bakteri asam laktat akan menghasilkan enzim lipase sehingga lemak terhidrolisis dan menyebabkan kadar lemak pada produk fermentasi lebih rendah dari bahan bakunya. Selain itu, lemak juga digunakan sebagai bakteri asam laktat untuk sumber energi dan pembentukan flavor.

Kadar lemak yoghurt jagung-kacang hijau berada pada kisaran 0,05 sampai 0,89 persen (Tabel 7). Menurut USDA (2001), bioyohurt ini dapat dikelompokkan ke dalam *non fat yoghurt* (kadar lemak di bawah 0,5 persen) atau *low fat yoghurt* (kadar lemak 0,5 sampai 2 persen).

Kadar protein

Jumlah kultur dan ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar protein yoghurt, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Semakin banyak kultur yang ditambahkan, kadar protein semakin menurun (Tabel 8).

Tabel 8 Kadar protein total yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					
	10	15	20	25	30	
2	3,38	3,35	3,18	3,06	3,02	3,2 ^d ± 0,17
3	3,27	3,23	3,18	3,06	2,93	3,13 ^c ± 0,14
4	3,1	3,23	3,13	2,96	2,83	3,05 ^b ± 0,16
5	2,93	3,06	3,14	2,99	2,78	2,98 ^a ± 0,14
	3,17 ^c ± 0,2	3,22 ^c ± 0,12	3,16 ^c ± 0,03	3,02 ^b ± 0,05	2,89 ^a ± 0,11	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Kadar protein yoghurt berada pada kisaran 2,78 hingga 3,38. Kadar protein ini lebih rendah daripada yoghurt susu yang berada pada kisaran 4,93 sampai 9,23 persen (Mahdian and Tehrani, 2007). Bahan-bahan yang digunakan yaitu jagung

manis dan ubi jalar memiliki kadar protein 3,5 dan 1,8, lebih rendah daripada kadar protein susu sapi,

Aroma

Jumlah kultur tidak berpengaruh nyata terhadap aroma yoghurt, sedangkan ekstrak ubi jalar berpengaruh nyata terhadap aroma. Semakin banyak ubi jalar yang ditambahkan, aroma dari ubi jalar semakin terasa sehingga aroma khas yoghurt semakin rendah (Tabel 9).

Tabel 9. Aroma yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

Kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					
	10	15	20	25	30	
2	3,3	3,1	3,36	3,0	2,9	3,13 ^a ± 0,19
3	3,32	3,12	3,18	3,1	3,13	3,17 ^a ± 0,09
4	3,15	3,08	3,13	3,3	3,1	3,15 ^a ± 0,09
5	3,03	2,98	3,18	3,08	3,01	3,06 ^a ± 0,08
Rata-rata	3,2 ^b ± 0,14	3,07 ^{ab} ± 0,06	3,21 ^b ± 0,1	3,12 ^{ab} ± 0,13	3,03 ^a ± 0,1	

Keterangan: Superskrip a-b yang berbeda pada rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Aroma yoghurt berkisar antara 2,98 – 3,36 (Tabel 9) yang berarti aroma produk yang dihasilkan pada tingkat ‘agak khas’ aroma yoghurt pada umumnya. Aroma yoghurt merupakan perpaduan senyawa turunan lemak, protein dan karbohidrat sebagai senyawa penyusun dan senyawa volatile yang terbentuk selama proses fermentasi. Senyawa-senyawa yang terbentuk selama proses fermentasi adalah asetaldehid, aseton, diacetyl, asam volatile (asetat, propionate, dan butirrat), asam non volatile (laktat, piruvat, oksalat dan suksinat) serta senyawa hasil pemecahan protein dan lemak (Irvine and Hekmat, 2011). Senyawa-senyawa pembentuk aroma tersebut dihasilkan oleh bakteri asam laktat selama fermentasi. *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan asetaldehid yang memberikan aroma khas pada yoghurt, sedangkan *Streptococcus thermophilus* menghasilkan asam laktat, asam formiat dan asam amino (Mahdian and Tehrani, 2007).

Konsistensi

Jumlah kultur berpengaruh nyata terhadap konsistensi yoghurt, sedangkan ekstrak ubi jalar tidak berpengaruh nyata. Semakin tinggi jumlah kultur, konsistensi semakin kental (Tabel 10). Hal ini sesuai hasil pengujian viskositas bahwa semakin banyak kultur, viskositas semakin meningkat.

Tabel 10. Konsistensi yoghurt jagung-kacang hijau yang dipengaruhi konsentrasi kultur dan ekstrak ubi jalar

kultur (persen)	Penambahan ekstrak ubi jalar (persen)					Rata-rata
	10	15	20	25	30	
2	3,4	3,67	3,6	3,15	3,52	3,47 ^a ± 0,2
3	3,67	3,77	3,43	3,57	3,6	3,61 ^{ab} ± 0,12
4	3,63	3,4	3,38	3,87	3,88	3,63 ^b ± 0,24
5	3,92	4,10	4,03	4,1	3,98	4,03 ^c ± 0,08
Rata-rata	3,65 ^a ± 0,21	3,74 ^a ± 0,29	3,60 ^a ± 0,3	3,67 ^a ± 0,41	3,74 ^a ± 0,22	

Yoghurt yang baik memiliki konsistensi yang tidak terlalu kental maupun cair dan konsistensinya stabil dengan tidak adanya perubahan viskositas. Perubahan konsistensi disebabkan pula oleh hilangnya air atau lemak, pembentukan atau pemecahan emulsi, hidrolisis, karbohidrat polimer, dan koagulasi atau hidrolisis protein (Buldo *et al.*, 2016).

Pemilihan produk terbaik dan perbandingan dengan yoghurt susu sapi komersial serta SNI

Berdasarkan indeks efektivitas didapatkan perlakuan terbaik adalah yoghurt jagung yang menggunakan 4 persen kultur dan 15 persen ekstrak ubi jalar. Produk ini memiliki pH 3,88, viskositas sebesar 261,5 cP, kadar asam laktat 0,87 persen, kadar lemak 0,05 persen, total padatan terlarut 19,10 °Brix, dan protein total 3,23 persen (Tabel 11). Sementara untuk sifat sensoris, produk tersebut memiliki aroma yoghurt agak khas, tekstur agak lembut, rasa agak asam, dan agak disukai oleh konsumen.

Ada sedikit perbedaan antara yoghurt dengan yoghurt komersial. Yoghurt memiliki pH yang lebih rendah (3,88) daripada yoghurt susu sapi (4,17). Hasil ini

didukung sifat sensoris bahwa rasa yoghurt sedikit lebih asam (3,39) daripada yoghurt susu sapi (3,4). Keasaman yang lebih tinggi dimungkinkan karena bahan nabati yang digunakan (jagung manis, kacang hijau, dan ubi jalar merah) lebih meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat dalam fermentasi daripada susu pada yoghurt komersial.

Tabel 11. Perbandingan yoghurt terbaik hasil penelitian dengan yoghurt komersial dan SNI yoghurt no 01-2981-1192

Variabel	Yoghurt	Yoghurt susu sapi komersial	SNI 01-2981-1192
pH	3,88	4,17	-
Viskositas (cP)	261,5	924	-
Asam laktat (%)	0,87	1,23	0,5-2
Lemak (%)	0,05	2,4	Max 3,8
Total padatan terlarut (°Brix)	19,1	19,4	Min 8,2
Protein total (%)	3,23	4,16	Min 3,5
Aroma	3,08	4,25	Normal
Warna	3,34	1	Normal
Tekstur	3,4	4,45	-
Rasa asam	3,39	3,4	Asam
Kesukaan	3,6	4,1	-

Viskositas yoghurt sebesar 261,5 cP, lebih rendah daripada yoghurt susu sapi (924 cP). Hasil pengujian sensoris juga menunjukkan bahwa yoghurt susu sapi memiliki tekstur lebih lembut (4,45) dibanding yoghurt (3,4). Kadar protein yoghurt susu sapi lebih tinggi (4,45 persen) dibanding yoghurt (3,23 persen) sehingga mengakibatkan perbedaan tekstur. Menurut (Irvine and Hekmat, 2011), viskositas dan tekstur yoghurt dipengaruhi oleh proses koagulasi protein. Semakin tinggi kandungan protein yang terdapat pada bahan baku, maka produk yoghurt akan semakin kental.

Kadar asam laktat pada yoghurt lebih rendah daripada pada yoghurt susu sapi. Hal ini disebabkan laktosa yang terdapat pada susu skim merupakan gula yang dapat dirombak secara langsung menjadi asam laktat oleh bakteri. Sementara itu, karbohidrat yang terdapat pada jagung adalah polisakarida

(karbohidrat kompleks) sehingga bakteri memerlukan waktu lebih lama untuk adaptasi dan menghasilkan energi yang digunakan dalam fermentasi dan merombaknya menjadi asam laktat (Gustaw, Kordowska-Wiater and Koziol, 2011).

Yoghurt ini memiliki keunggulan dibandingkan yoghurt susu sapi yaitu dalam hal kadar lemak, beta karoten dan warna. Kadar lemak yoghurt sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*. Yoghurt susu sapi memiliki kadar lemak lebih tinggi (2,4) sehingga masuk ke kelompok yoghurt biasa. Rendahnya kadar lemak pada yoghurt ini diinginkan oleh kelompok orang-orang tertentu yang ingin mengkonsumsi produk rendah lemak. Kadar lemak yoghurt ini memenuhi SNI 01-2981-1992, yaitu tidak lebih dari 3,8% (bb).

Warna yoghurt ini merah kekuningan, memberikan kelebihan yaitu merupakan warna alami dari jagung dan ubi jalar. Warna merah kekuningan ini juga memberikan indikasi kadar betakaroten yang cukup tinggi, yaitu sebesar 900 μg (32,967 SI) tiap 100 ml. Beta karoten ini berasal dari jagung dan ubi jalar yang masing-masing mengandung beta karoten 400 SI dan 7000 SI. Secara umum, yoghurt ini sudah memenuhi standar SNI yoghurt, kecuali kadar protein yang masih lebih rendah yaitu 3,23 (menurut SNI minimal 3,5). Agar dapat memenuhi SNI, jumlah kacang hijau yang ditambahkan dapat ditingkatkan. Peningkatan jumlah kacang hijau diharapkan juga dapat memberikan aroma khas yoghurt.

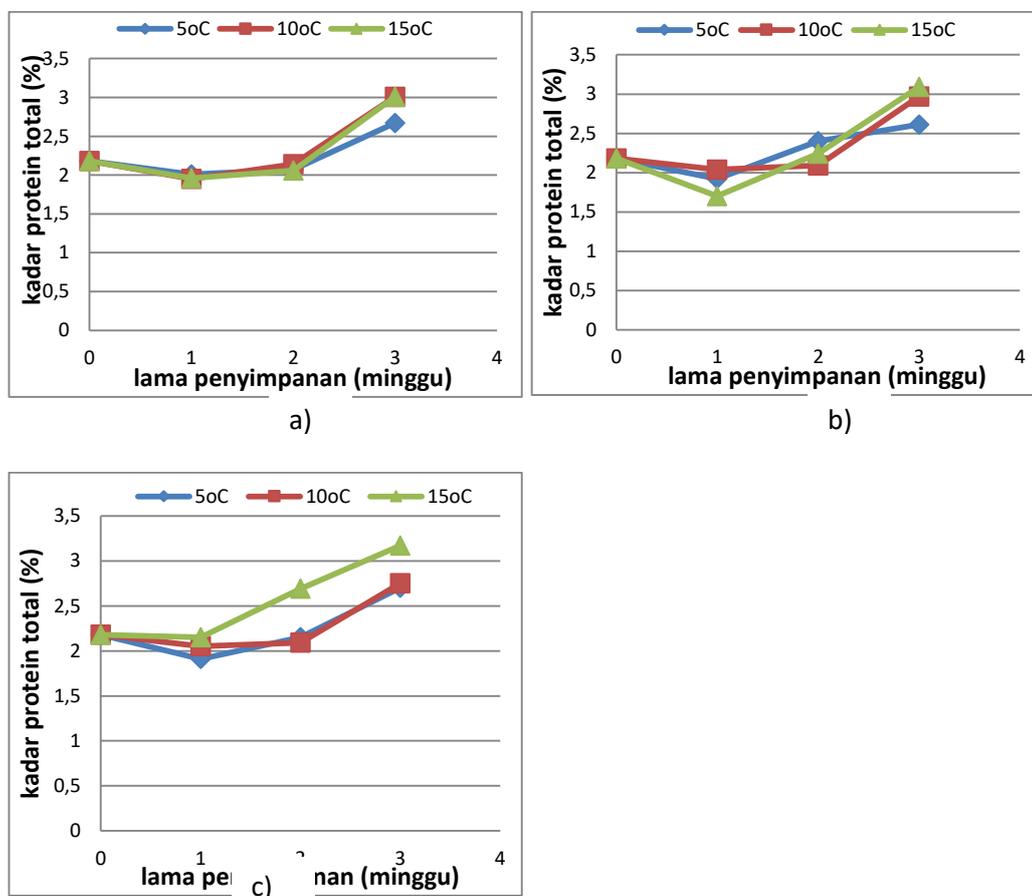
C. Perubahan mutu yoghurt jagung selama penyimpanan

- **Kadar Protein Total**

Yoghurt jagung pada ketiga jenis kemasan mempunyai kadar protein total yang menurun pada penyimpanan minggu pertama yakni dari 2,18% menjadi sekitar 1,7-2,15%. Gambar 11 menunjukkan perubahan kadar protein total yoghurt jagung selama penyimpanan pada berbagai kemasan. Winarno dan Fernandez (2007) menyatakan bahwa kandungan protein menjadi lebih rendah dari yogurt pada umumnya karena saat proses fermentasi bakteri akan mengolah gula susu

menjadi asam laktat, hal itu akan meningkatkan keasaman sehingga menyebabkan protein susu menyusut menjadi masa yang padat atau kental.

Sampai minggu ketiga masa simpan, kadar protein total yoghurt jagung pada berbagai kemasan relatif meningkat. Menurut (Mahdian and Tehrani, 2007), metabolit yang dihasilkan oleh BAL adalah bakteriosin yang merupakan peptida ekstraseluler bioaktif yang bersifat bakterisida atau bakteriostatik, terutama bakteri dengan strain yang berdekatan. Peningkatan protein total pada yoghurt jagung selama penyimpanan karena peningkatan senyawa metabolit hasil kerja bakteri asam laktat.



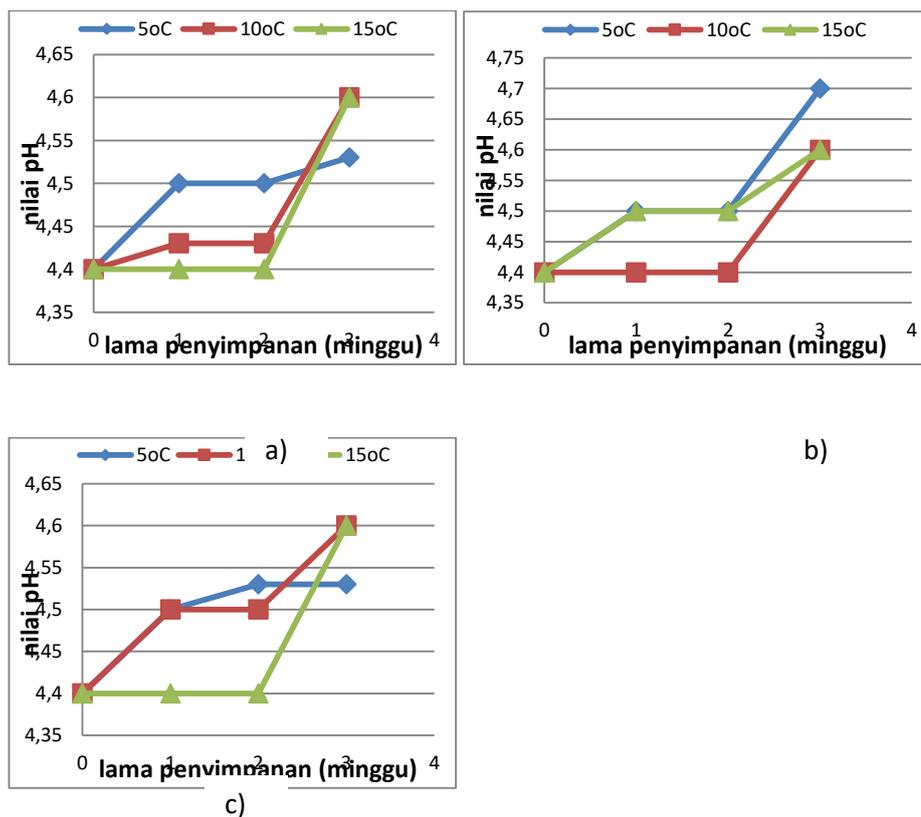
Gambar 11 Protein total yoghurt jagung selama penyimpanan berbagai suhu yang dikemas botol berbahan a) polietilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

Erkus (2007) menyatakan bahwa selama pembuatan yoghurt *S.thermophilus* berperan utama pada awal fermentasi dengan memanfaatkan asam amino bebas yang terbentuk karena proses pemanasan pada pembuatan yoghurt atau karena

degradasi protein oleh *L. bulgaricus* sampai pH mencapai 5,5. Pada pembuatan yoghurt, bakteri *Lactobacillus bulgaricus* bersimbiosis mutualisme dengan *Streptococcus thermophilus*. Pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* meningkat distimulir karena adanya asam amino dan peptida sederhana, terutama valin, lisin dan histidin .

- pH

pH yoghurt jagung meningkat selama penyimpanan (Gambar 12). Kenaikan pH selama penyimpanan ini sejalan dengan (Evrendilek, 2007) yang melakukan eksperimen tentang ketahanan hidup *E.coli* O157-H7 dalam beberapa jenis minuman yoghurt. Dilaporkan bahwa pH yogurt yang disimpan dalam suhu dingin ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) cenderung semakin meningkat selama penyimpanan, nilai awal pH 3,2 meningkat menjadi sekitar 3,5 pada hari ke-10 dan menjadi 3,8 pada hari ke-35.



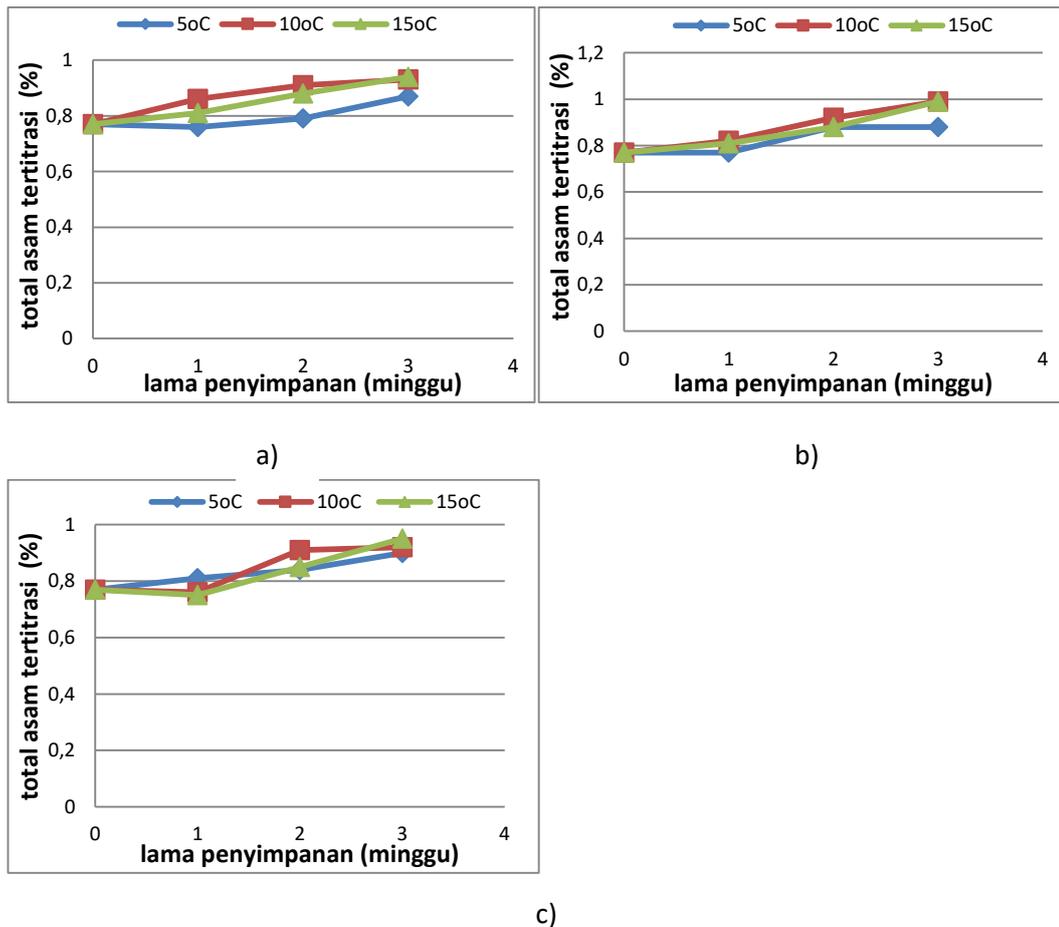
Gambar 12 pH yoghurt jagung selama penyimpanan berbagai suhu yang dikemas botol berbahan a)polyetilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

Peningkatan pH terjadi karena yoghurt merupakan minuman prebiotik sehingga memungkinkan adanya pertumbuhan mikroorganisme lain yang menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat meningkatkan pH. Menurut (Donkor *et al.*, 2007) selama penyimpanan terjadi peningkatan nilai pH karena terhambatnya pertumbuhan bakteri asam laktat. Tumbuhnya organisme proteolitik dan lipolitik yang memiliki kemampuan melakukan metabolisme asam laktat dan memproduksi komponen alkaline juga mengakibatkan peningkatan pH. Kelompok BAL heterofermentatif menghasilkan asam laktat dan senyawa lain yaitu CO₂, etanol, asetaldehida, diasetil, serta senyawa lainnya.

- Total Asam Titrasi (TAT)

Total asam titrasi pada produk yoghurt pada umumnya dihitung sebagai asam laktat. Menurut (Donkor *et al.*, 2007), *S. termophilus* dan *L. bulgaricus* merupakan jenis bakteri homofermentatif yaitu bakteri yang memproduksi asam laktat secara cepat pada kondisi anaerobik. (Mahdian and Tehrani, 2007) menyatakan bahwa *S. termophilus* tumbuh optimal pada suhu 37 °C – 42 °C. Kultur *L. bulgaricus* pada proses inkubasi tumbuh optimal pada suhu 37 °C, pada suhu tersebut bakteri mampu memecah gula terutama menjadi asam laktat.

Apabila pH menurun maka nilai TAT akan meningkat atau sebaliknya, walaupun hubungan tersebut tidak selalu demikian. Hal ini disebabkan pada pengukuran TAT komponen asam yang terukur terdiri atas asam terdisosiasi dan tidak terdisosiasi, sedangkan untuk pH hanya mengukur komponen asam yang terdisosiasi dalam bentuk ion H⁺. Asam yang terukur oleh alat pH meter adalah konsentrasi ion H⁺ yang terlepas (terdisosiasi), sehingga nilai pH tidak mewakili asam yang terdapat pada produk sesungguhnya. Hal tersebut karena dalam suatu produk susu fermentasi mungkin terdiri dari beberapa asam lemah yang tidak dapat terdisosiasi secara sempurna. Kemungkinan besar yang terjadi pada yoghurt jagung ini adalah komponen asam yang dihasilkan didominasi oleh asam yang tidak terdisosiasi sehingga hubungan nilai pH dan TAT cenderung berbanding lurus.



Gambar 13. Total asam yoghurt jagung selama penyimpanan berbagai suhu yang dikemas botol berbahan a)polyethylene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

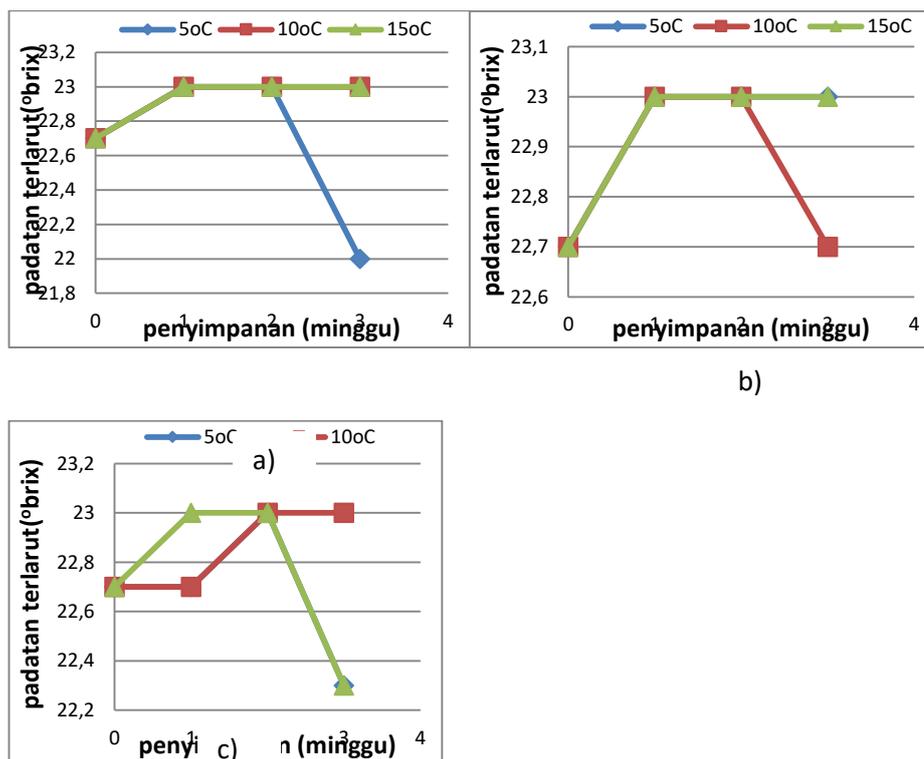
Semakin lama penyimpanan yoghurt jagung, total asam tertitrasi cenderung meningkat (Gambar 13). Peningkatan total asam ini sejalan dengan (Granato *et al.*, 2010) bahwa kadar keasaman dari yogurt probiotik dan susu fermentasi mengalami peningkatan setelah 5 hari penyimpanan pada suhu 4°C yakni dari 0,68 dan 0,77% menjadi 0,82 dan 0,84% berturut-turut, kemudian memiliki nilai keasaman yang konstan setelah 30 hari penyimpanan. Donkor *et al.* (2007) juga menyatakan bahwa produksi asam laktat yang dihasilkan pada susu yang difermentasi oleh *L. acidophilus* and *L.casei* akan berinteraksi dengan bakteri yogurt selama 28 hari penyimpanan dingin.

Total asam yoghurt sampai 21 hari penyimpanan 0,76-0,99%, dan masih sesuai SNI 2981:2009 yaitu 0,5% - 2,0%. Menurut (Widyastuti and Febrisiantosa, 2014) kadar asam tertitrasi yoghurt mencapai 0,9-1,2% pada pH nya 4,4.

- Total Padatan Terlarut

Menurut (Mahdian and Tehrani, 2007), penambahan susu skim dalam pembuatan yoghurt berfungsi untuk meningkatkan total padatan terlarut, di samping itu juga memperbaiki konsistensi dan viskositas serta berperan dalam koagulasi. Padatan pada yoghurt jagung yang dibuat ini berasal dari jagung, kacang hijau dan skim.

Total padatan terlarut yoghurt jagung selama penyimpanan pada berbagai jenis kemasan antara 22-23 °Brix (Gambar 14). Adanya penambahan bahan penstabil dapat meningkatkan padatan terlarut pada yoghurt (Mahdian and Tehrani, 2007)

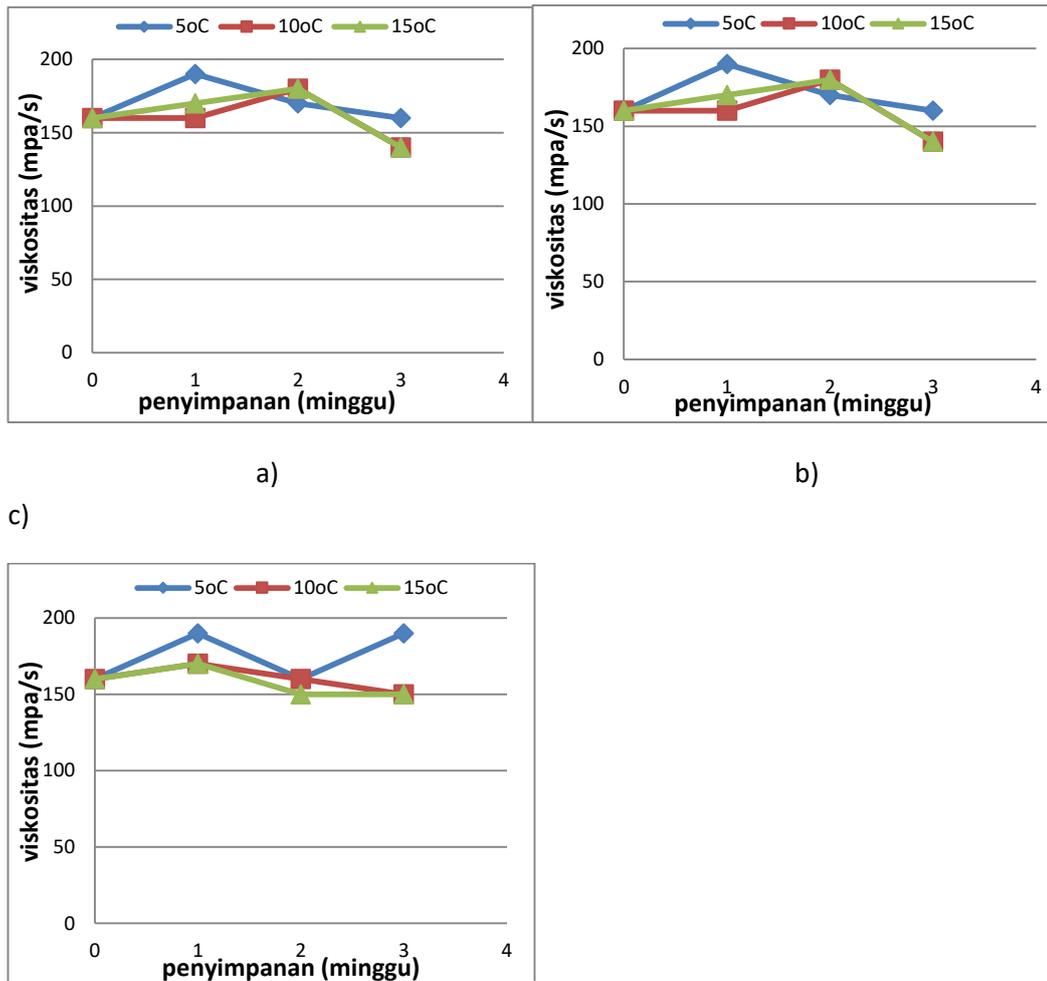


Gambar 14 Perubahan total padatan terlarut yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polyethilene terephptalate, b) polipropilene dan c) kaca

- Viskositas

Viskositas erat kaitannya dengan kadar protein dan terbentuknya asam laktat. Hal ini sesuai dengan (Guven *et al.*, 2005) bahwa viskositas *jelly* yogurt probiotik dipengaruhi juga oleh protein susu, yaitu kasein yang mengalami koagulasi derajat keasaman menurun akibat produksi asam laktat dari aktivitas kultur starter yogurt dan probiotik yang terkandung dalam produk. Pada umumnya yoghurt berbentuk seperti bubur, tidak terlalu encer dan tidak terlalu padat namun relatif kental. Hal ini karena asam laktat yang dihasilkan oleh BAL dapat menggumpalkan protein, baik yang berasal dari susu, jagung manis atau kacang hijau. Menurut Manab (2008), asam laktat mengakibatkan perubahan kompleks kasein/fosfat koloidal menjadi fraksi kalsium/fosfat yang larut sehingga kasein mengalami destabilisasi. Pada pH mendekati 4,6, kelarutan kasein sudah hilang sehingga terjadi interaksi hidrofobik antara misel kasein membentuk struktur dan konsistensi utama yogurt, dan proses tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik dari yogurt, diantaranya adalah tekstur, viskositas, daya ikat air, dan sineresis.

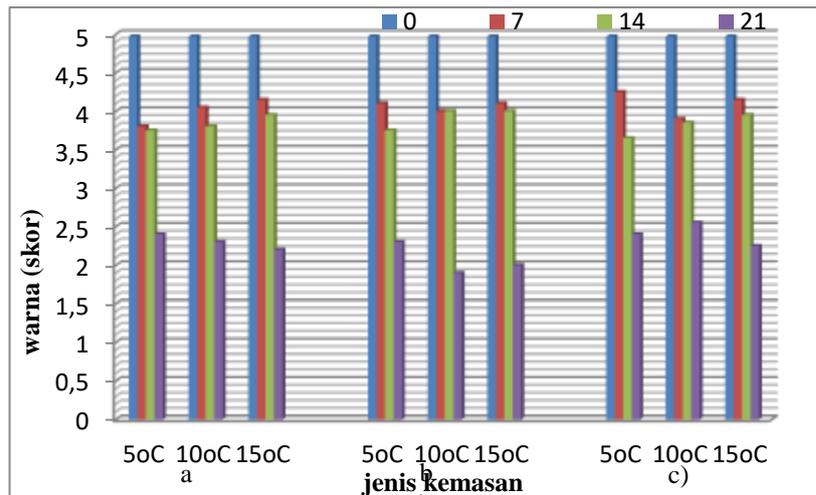
Viskositas yoghurt jagung selama penyimpanan pada berbagai suhu bersifat fluktuatif (Gambar 15). Yoghurt yang disimpan pada kemasan botol PET dan PP mempunyai nilai viskositas yang hampir sama. Pada suhu 5°C kenaikan nilai viskositas terjadi selama penyimpanan di minggu pertama kemudian menurun hingga minggu ketiga. Sedangkan pada suhu 10°C dan 15°C peningkatan viskositas baru terjadi pada penyimpanan minggu kedua kemudian diikuti penurunan hingga minggu ketiga. Sahan *et al.* (2008) menyatakan bahwa penyusunan kembali molekul protein menyebabkan viskositas yogurt dapat meningkat selama penyimpanan. Tetapi pada akhir penyimpanan, viskositas dari semua perlakuan termasuk perlakuan kontrol menurun sangat drastis. Penurunan viskositas ini bias terjadi karena semakin lama penyimpanan maka semakin banyak terjadinya pemisahan whey.



Gambar 15 Viskositas yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polyethylene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

- Warna

Warna merupakan atribut pangan yang penting dan menjadi karakteristik pertama yang dilihat oleh konsumen hingga seringkali mempengaruhi pilihan konsumen (Lopez *et al.*, 2014). Suatu bahan yang dinilai bergizi, enak dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberikan kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya.



Gambar 16 Penilaian warna yoghurt jagung selama penyimpanan oleh panelis pada kemasan botol berbahan a) polyethilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

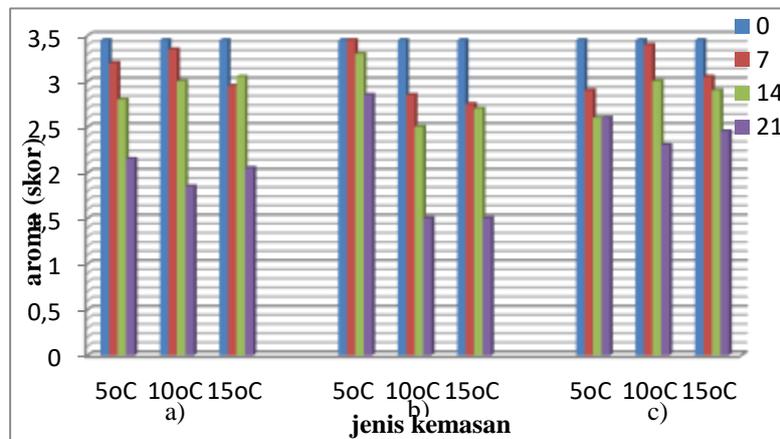
Skor penilaian warna mulai dari yang terendah yaitu 1 (putih), 2 (putih kekuningan), 3 (kuning keputihan), 4 (kuning muda) dan 5 (kuning). Warna kuning yoghurt jagung disebabkan adanya kandungan karotenoid dalam jagung. Menurut (Colín-Chávez *et al.*, 2014b) karotenoid adalah suatu kelompok pigmen yang berwarna kuning, orange, atau merah orange, mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air.

Gambar 16 menunjukkan penilaian warna yoghurt jagung oleh panelis selama penyimpanan pada berbagai kemasan dengan suhu berbeda. Semakin lama penyimpanan, skor warna semakin menurun karena pigmen warna karotenoid semakin memudar. Hal ini disebabkan karena degradasi pigmen yang dilakukan oleh BAL. Menurut perubahan warna dari medium fermentasi yang semakin memudar setelah fermentasi dapat disebabkan karena pigmen antosianin mengalami degradasi karena pH menurun selama fermentasi.

- Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf olfaktorik dalam rongga hidung. Aroma suatu produk dapat dinilai dengan cara pembauan, dengan adanya sejumlah komponen volatil yang berasal dari produk tersebut yang dapat terdeteksi oleh indera pembau (Singh and

Muthukumarappan, 2008). Terjadinya perubahan-perubahan komponen volatil selama penyimpanan akan mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap aroma.



Gambar 17. Aroma yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polyethylene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

Aroma yoghurt merupakan campuran dari beberapa senyawa aktif seperti asam laktat, asetaldehid, dan senyawa-senyawa volatil lain yang intensitasnya tergantung pada ion H^+ yang dihasilkan oleh hidrolisis asam (Janiaski *et al.*, 2016) Menurut (Donkor *et al.*, 2007) penambahan starter *L. acidophilus* dengan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* berpengaruh nyata terhadap aroma yogurt.

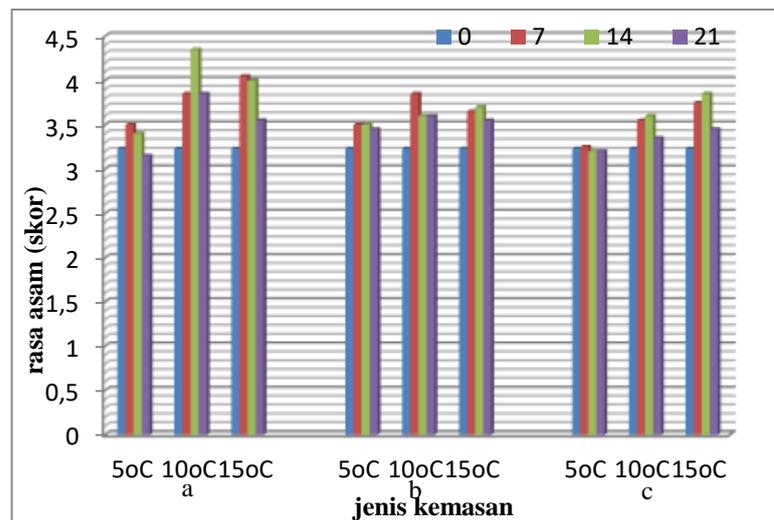
Menurut penilaian panelis, aroma yoghurt jagung selama penyimpanan pada berbagai kemasan mengalami penurunan (Gambar 17). Hal ini disebabkan penyimpanan suhu tinggi dapat memicu reaksi kimia dalam bahan pangan misalnya oksidasi lemak menghasilkan hidroperoksida yang berkontribusi dalam penyimpangan aroma. Asam lemak rantai pendek seperti asam butirat dan kaproat dapat mengakibatkan penyimpangan aroma. Selama penyimpanan dapat terbentuk alkohol sebagai hasil degradasi lanjut dari asam laktat karena adanya kontaminasi khamir (Donkor *et al.*, 2007).

Pengaruh suhu penyimpanan terhadap aroma yoghurt jagung yang disimpan pada kemasan polipropilene sangat terlihat (Gambar 17). Pada penyimpanan suhu 5°C, penurunan aroma lebih rendah dibandingkan 10°C dan 15°C. Aroma yogurt jagung yang dikemas polietilen terephthalate dan kaca tidak mengalami penurunan sebanyak polipropilene. Hal ini disebabkan propilen memiliki permeabilitas uap

air yang rendah dan permeabilitas gas sedang (Park *et al.*, 2011). Semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin tinggi pula reaksi kimia yang terjadi sehingga mempengaruhi perubahan penilaian aroma dikarenakan semakin banyak asam laktat yang diubah menjadi alkohol atau senyawa lain yang menyebabkan ketidaksukaan panelis terhadap *off-odor* tersebut.

- Rasa Asam

Karakteristik yoghurt adalah rasa asam yang dihasilkan dan tekstur spesifik yang bersama-sama muncul saat mencicipi yoghurt (Belitz *et al.*, 2008 dan Buettner, 2007). Menurut Yildiz (2010), hasil produk fermentasi oleh bakteri asam laktat yang berperan dalam menentukan rasa dan aroma yogurt adalah asetaldehid, asam asetat, dan diasetil



Gambar 18 Penilaian rasa asam yoghurt jagung selama penyimpanan oleh panelis pada kemasan botol berbahan a) polyethylene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

Menurut (Mahdian and Tehrani, 2007) , kadar asam laktat memberikan karakteristik rasa terhadap yogurt. pH merupakan indikasi penentu utama terhadap rasa pada yogurt selain keberadaan senyawa volatile. Rasa manis yogurt akan tampak pada pH antara 4,6 sampai 5,0 tetapi tidak terdeteksi pada pH 4 sampai 4,4 (Ott *et al.*, 2000).

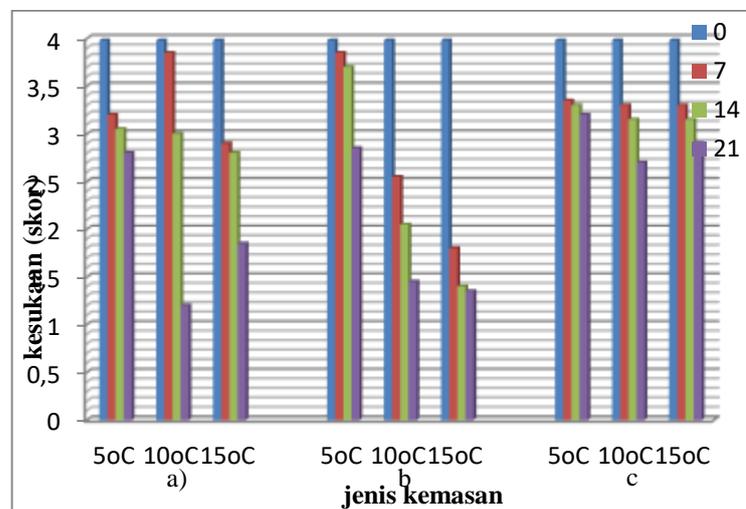
Semakin lama penyimpanan yoghurt jagung, semakin meningkat rasa asam yang dihasilkan (Gambar 18). Setelah penyimpanan minggu ketiga, terjadi

penurunan rasa asam yang cukup signifikan terutama pada kemasan polietilen terphthalate PET dan kaca. Berbeda halnya dengan kemasan cup bening PP suhu penyimpanan 10°C, penilaian rasa asam yoghurt jagung manis-kacang hijau terlihat sangat meningkat di minggu pertama penyimpanan kemudian menurun dan cenderung konstan hingga penyimpanan minggu ketiga.

Menurut Donkor *et al.* (2007) meskipun pembentukan asam laktat diinginkan, namun jumlah yang terlalu tinggi menyebabkan flavor bertambah asam. Penurunan rasa asam terjadi karena asam laktat ataupun asam asetat sudah terdegradasi lanjut menjadi senyawa alkoholik atau senyawa penyebab *bitter taste* sehingga penilaian rasa asam oleh panelis relatif menurun.

- Kesukaan

Kesukaan yoghurt jagung merupakan perpaduan antara berbagai penilaian flavor yang muncul pada produk. Semakin lama waktu penyimpanan yoghurt jagung pada kemasan polietilene terphthalate dan kaca maka penilaian kesukaan panelis semakin menurun (Gambar 19). Keseluruhan penilaian sensoris pada akhirnya akan mempengaruhi kesukaan panelis terhadap suatu produk



Gambar 19 Kesukaan konsumen terhadap yoghurt jagung selama penyimpanan pada kemasan botol berbahan a) polyethilene terephthalate, b) polipropilene dan c) kaca

Secara umum, penilaian rasa asam dan aroma yoghurt pada kemasan cup bening PP dipengaruhi suhu dan lama penyimpanan sehingga nilai kesukaan juga

memiliki nilai yang demikian. Keseluruhan penurunan penilaian kesukaan dikarenakan warna yang pucat, aroma khas dan rasa asam yoghurt yang sudah berubah menjadi alkohol atau senyawa-senyawa lain yang menyebabkan *bitter taste*.

C. Penetapan umur simpan

1. Karakterisasi Mutu Awal dan Akhir

Penetapan umur simpan produk penting untuk optimalisasi viabilitas produk. Dalam studi pendugaan umur simpan dengan metode percepatan model *Arrhenius*, karakterisasi mutu awal dan akhir penting karena dilakukan penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi dari suhu penyimpanan normalnya (Budijanto, Boing and Dwi, 2010).

Karakterisasi awal dan akhir yoghurt jagung manis-kacang hijau pada suhu 5°C yang disimpan dalam berbagai kemasan mengalami perubahan mutu (Tabel 12). Pada penyimpanan hari ke-21, nilai mutu yoghurt dari ketiga jenis kemasan rata-rata memiliki kenaikan mulai dari pH, viskositas, total asam tertitrasi dan juga protein total. Semakin lama penyimpanan maka semakin banyak asam laktat yang terbentuk. Menurut (Isleten and Karagul-Yuceer, 2006), semakin tinggi produksi asam laktat, viskositas meningkat yang mengakibatkan kenaikan total asam sehingga terjadi perubahan dalam struktur protein (denaturasi). Berubahnya struktur protein ini juga akan menyebabkan protein total hasil pemecahan bakteri yang dihitung sebagai nitrogen juga meningkat.

Tabel 12. Karakterisasi mutu awal dan akhir yoghurt jagung manis-kacang hijau pada suhu 5°C

Parameter Mutu	Nilai Awal (A ₀)	Nilai Akhir Kemasan PET	Nilai Akhir Kemasan polipropilene	Nilai Akhir Kemasan Kaca
Protein (%)	2,18	2,67	2,61	2,7
Total Keasaman	0,768	0,786	0,882	0,9
pH	4,4	4,5	4,7	4,6
Padatan terlarut (°Brix)	23	22	23	22
Viskositas (mpa/s)	160	190	160	190

Uji sensoris yoghurt jagung manis-kacang hijau dilakukan dengan uji **skoring**. Tabel 13 menunjukkan rerata uji penerimaan produk oleh panelis selama penyimpanan pada suhu kritis (15°C). Uji penerimaan produk dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh produk masih layak diterima oleh panelis. Dalam pendugaan umur simpan produk, uji sensoris dilakukan sampai $\geq 50\%$ panelis menolak produk.

Tabel 13 Rerata uji penerimaan produk pada berbagai kemasan selama penyimpanan pada suhu 15°C

Kemasan Botol PET					
Hari ke-	A	B	C	D	Penolakan (%)
0	4.97	3.45	3.23	3.98	0
7	4.15	2.95	4.05	2.9	25
14	3.95	3.05	4	2.8	30
21	2.2	2.05	3.55	1.85	50
Kemasan Cup Bening PP					
Hari ke-	A	B	C	D	Penolakan (%)
0	4.97	3.45	3.23	3.98	0
7	4.1	2.75	3.65	1.8	20
14	4	2.7	3.7	1.4	60
21	2	1.5	3.55	1.35	70
Kemasan Botol Kaca					
Hari ke-	A	B	C	D	Penolakan (%)
0	4.97	3.45	3.23	3.98	0
7	4.15	3.05	3.75	3.3	20
14	3.95	2.9	3.85	3.15	20
21	2.25	2.45	3.45	2.9	60

Keterangan: A=warna, B=aroma, C=rasa dan D= kesukaan

Yoghurt jagung ditolak oleh 50 % panelis setelah 14-21 hari masa penyimpanan pada suhu 15°C. Pada penyimpanan hari ke-14, 60% panelis menyatakan bahwa produk yoghurt yang dikemas dengan cup bening *polypropylene* sudah tidak layak terutama dari segi kesukaan dan aroma yoghurt.

Sedangkan untuk yoghurt yang dikemas dengan botol *polyethylene tereftalat* dan botol kaca mengalami penolakan oleh 50% panelis pada penyimpanan hari ke-21 terutama dalam penilaian aroma dan kesukaan.

Flavour yoghurt yang khas diperoleh dari asam laktat, asetaldehid, asam asetat dan diasetil. Substansi yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat dan komponen volatil memberikan karakteristik asam dan aroma yoghurt (Aryana and McGrew, 2007). Pada penyimpanan hari ke-21, senyawa volatil pada yoghurt menguap dan digantikan dengan senyawa lain yang menyebabkan *off odor* atau hilangnya aroma khas yoghurt. Menurunnya aroma karena kurangnya ketahanan kemasan polypropylene (PP) dalam menahan gas. Secara umum, hilangnya senyawa volatil pada aroma dan rasa mengikuti prinsip – prinsip permeasi yang sama untuk gas dan uap dalam bahan plastik seperti yang dijelaskan sebelumnya.

Kemasan *polypropylene* mengalami penyerapan aroma (*scalping*) lebih besar dibandingkan daripada kemasan lain (LDPE, LLDPE, dan PET) sehingga menyebabkan hilangnya aroma khas yoghurt ketika penyimpanan. Dalam reaksi metabolisme, pembentukan asam lebih lanjut akan menjadi alkohol sehingga aroma lain yang muncul merupakan akumulasi dari proses tersebut. Hal ini pula yang menyebabkan panelis menyatakan ketidaksukaannya terhadap produk setelah penyimpanan hari ke-21.

2. Penentuan Parameter dan Titik Kritis

Dalam metode ASLT, suhu merupakan parameter kunci penentu kerusakan makanan. Semakin meningkatnya suhu maka reaksi kerusakan semakin cepat sehingga umur simpan yang diperoleh juga akan semakin kecil dan sebaliknya (Calligaris *et al.*, 2016). Data yang diperlukan untuk menentukan umur simpan produk yang dianalisis di laboratorium dapat diperoleh dari analisis atau evaluasi sensori, analisis kimia dan fisik, serta pengamatan kandungan mikroba.

Menurut (Damin *et al.*, 2008) faktor kritis kerusakan yang paling cepat untuk yoghurt simbiotik dalam penelitian ini yaitu total asam, total koliform, dan evaluasi sensori yaitu penurunan mutu organoleptik. (Granato *et al.*, 2010) menyatakan bahwa pada produk minuman mengandung susu, parameter yang memiliki nilai R^2 yang tinggi dan energi aktivasi (E_a) paling rendah adalah

parameter pH. Oleh karena itu dalam penelitian ini, pemilihan parameter kritis mengacu pada parameter fisik terutama pH dan total asam tertitrasi. Hal ini dikarenakan kedua parameter mempunyai nilai penurunan mutu yang signifikan pada masing-masing jenis kemasan.

Menurut Steffy (2013), kriteria-kriteria dalam pemilihan parameter umur simpan suatu produk, yaitu: 1) Parameter mutu yang paling cepat mengalami penurunan selama penyimpanan yang ditunjukkan dengan nilai koefisien k mutlak atau nilai koefisien korelasi (R^2) paling besar, 2) Parameter mutu paling sensitif terhadap perubahan suhu yang dilihat dari energi aktivasi (E_a) yang lebih rendah.

Hasil pengamatan nilai pH dan TAT yoghurt jagung manis-kacang hijau terhadap waktu akan diplotkan dan didapatkan 3 persamaan regresi yang didapat dari 3 suhu penyimpanan (5°C , 10°C dan 15°C). Dari tiap-tiap persamaan akan didapatkan nilai slope (b) dan nilai konstanta (k). Penentuan orde reaksi yang akan digunakan menggunakan grafik orde nol yang merupakan hubungan antara nilai k dengan lama penyimpanan dan orde satu yang merupakan hubungan antara $\ln k$ dengan lama penyimpanan. Dari dua persamaan tersebut akan didapat R^2 terbesar yang dipilih sebagai orde reaksi.

Orde yang terpilih kemudian diplotkan pada persamaan *Arrhenius*. Persamaan *Arrhenius* merupakan plot antara nilai $1/T$ (K^{-1}) dan $\ln k$. Kemudian dilakukan regresi linier sehingga mendapatkan persamaan $y=a+bx$ yang merupakan intersep dan slope dari persamaan regresi linier $\ln k = \ln k_0 - (E/R)(1/T)$ dengan $\ln k_0$ adalah intersep dan E/R adalah slope. E_a adalah energi aktivasi dan R adalah konstanta gas ideal yaitu $1,986 \text{ kal/mol}$. Berikut ini adalah tabel hasil persamaan regresi linear, nilai R^2 dan plot *Arrhenius* masing-masing jenis kemasan dengan nilai kritis pH dan total asam tertitrasi.

D. Penentuan umur simpan

1. Kemasan polipropilene

- Nilai pH

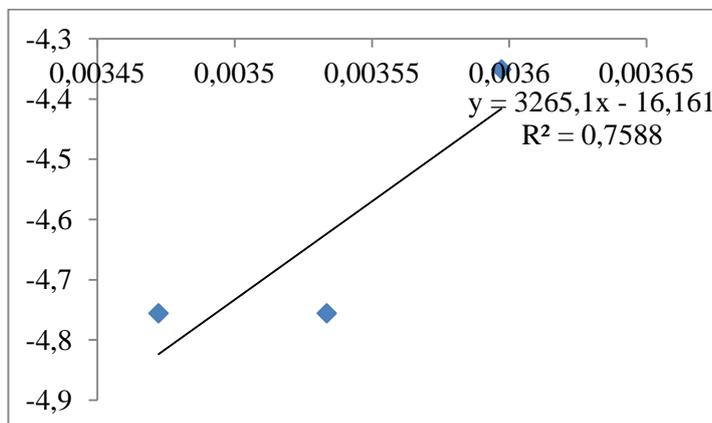
pH yoghurt jagung yang dikemas polipropilene memiliki koefisien korelasi orde nol lebih besar daripada koefisien korelasi orde satu (R^2 orde nol $>$ R^2 satu), maka laju penurunan pH mengikuti reaksi orde nol (

Tabel 14).

Tabel 14 Persamaan regresi linear parameter pH yoghurt jagung pada kemasan polipropilene

Suhu °C	Persamaan Regresi Linear		R ²	
	Orde Nol	Orde Satu	Orde Nol	Orde Satu
5	$y = 0,0129x + 4,39$	$y = 0,0028x + 1,4796$	0,8526	0,8565
10	$y = 0,0086x + 4,36$	$y = 0,0019x + 1,4727$	0,6	0,6
15	$y = 0,0086x + 4,41$	$y = 0,0019x + 1,484$	0,9	0,8999

Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan pH yoghurt jagung manis-kacang hijau kemasan cup bening PP yaitu $y = 3265,1x - 16,161$ dengan $R^2 = 0,7588$. Energi aktivasi (E_a) perubahan pH sebesar $-6484,49$ kal/mol yang artinya untuk memulai terjadinya perubahan pH diperlukan energi sebesar tersebut.



Gambar 20 Plot Arrhenius perubahan parameter pH yoghurt jagung pada kemasan polipropilene

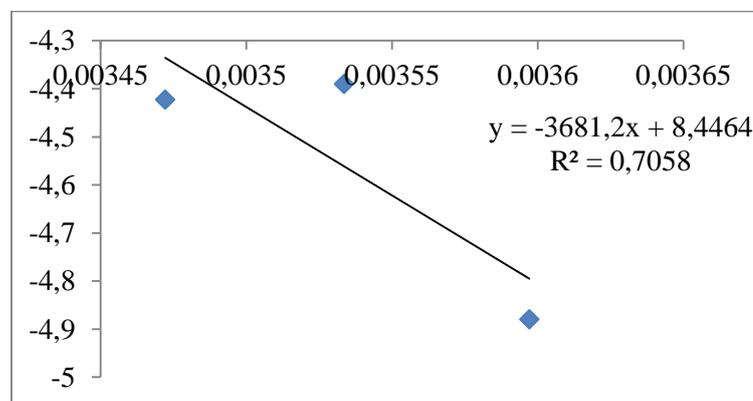
- Total Asam Titrasi

Koefisien korelasi orde satu lebih besar daripada koefisien korelasi orde nol (R^2 orde nol < R^2 orde satu), maka laju penurunan nilai total asam tertitrasi mengikuti reaksi orde satu (Tabel 15).

Tabel 15 Persamaan regresi linear parameter total asam tertitrasi yoghurt jagung pada kemasan polipropilene

Suhu °C	Persamaan Regresi Linear		R ²	
	Orde Nol	Orde Satu	Orde Nol	Orde Satu
5	$y = 0,0063x + 0,759$	$y = 0,0076x - 0,2747$	0,8	0,8
10	$y = 0,0109x + 0,761$	$y = 0,0124x - 0,2687$	0,9857	0,9878
15	$y = 0,0104x + 0,753$	$y = 0,012x - 0,278$	0,9559	0,9688

Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan total asam tertitrasi yoghurt jagung manis-kacang hijau kemasan cup bening PP yaitu $y = -3681,2x + 8,4464$ dengan $R^2 = 0,7058$ (Gambar 21). Energi aktivasi (E_a) perubahan total asam sebesar 7310,863 kal/mol yang artinya untuk memulai terjadinya perubahan total asam diperlukan energi sebesar tersebut.



Gambar 21 Plot Arrhenius perubahan total asam yoghurt jagung pada kemasan polipropilene

Tahap berikutnya adalah pemilihan parameter yang paling mempengaruhi penurunan mutu yoghurt jagung selama penyimpanan. Dalam berbagai variasi suhu, parameter yang mempunyai nilai energi aktivasi (E_a) terendah dipilih

karena semakin rendah nilai energi aktivasi suatu reaksi maka penurunan mutu akan berjalan lebih cepat berarti semakin cepat pula memberikan kontribusi terhadap kerusakan produk tersebut. Total asam memiliki energi aktivasi terendah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 16. Persamaan Arrhenius dan energi aktivasi setiap parameter pada kemasan sebesar 7310,863 kal/mol.

Tabel 16. Persamaan Arrhenius dan energi aktivasi setiap parameter pada kemasan polipropilene

No.	Parameter	Persamaan Arrhenius	Energi Aktivasi (kal/mol)
1	pH	$y = 3265,1x - 16,161$	-6484,49
2	Total Asam Titrasi	$y = -3681,2x + 8,4464$	7310,863

2. Kemasan polietilen terephtalate

Faktor kritis kerusakan yang paling cepat untuk yoghurt simbiotik dalam penelitian ini yaitu total asam, total koliform, dan evaluasi sensori yaitu penurunan mutu organoleptik. Menurut Balyak (2014), pada produk minuman mengandung susu, parameter yang memiliki nilai R^2 yang tinggi dan energi aktivasi (E_a) paling rendah adalah parameter pH. Oleh karena itu dalam penelitian ini, pemilihan parameter kritis mengacu pada parameter pH dan total asam tertitrasi. Hal ini karena kedua parameter mempunyai nilai penurunan mutu yang signifikan pada produk yoghurt.

Tabel 17. Regresi linear bakteri asam laktat pada yoghurt jagung yang dikemas polietilen terephtalate selama penyimpanan

Temperature (°C)	Linear regression		R ²	
	Zero ordo	First ordo	Zero ordo	First ordo
5	$y = -0.041x + 7.55$	$y = -0.006x + 2.02$	0.991	0.993
10	$y = -0.041x + 7.53$	$y = -0.006x + 2.02$	0.984	0.988
15	$y = -0.029x + 7.44$	$y = -0.004x + 2.01$	0.777	0.783

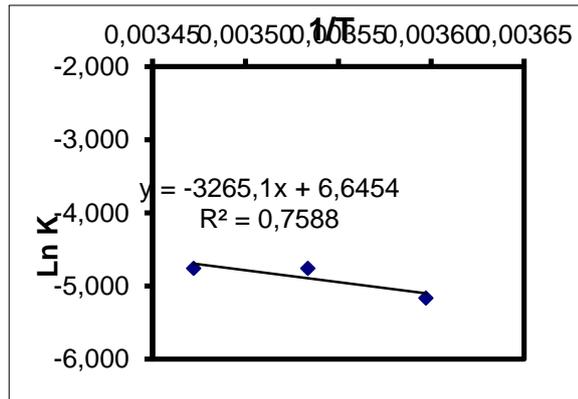
Tabel 18 Regresi linear pH yoghurt jagung yang dikemas polietilen terephthalate selama penyimpanan

Temperature °C	Linear regression		R ²	
	Zero ordo	First ordo	Zero ordo	First ordo
5	$y = 0,0057x + 4,423$	$y = 0,0013x + 1,487$	0,8	0,798
10	$y = 0,0086x + 4,376$	$y = 0,0019x + 1,4765$	0,736	0,739
15	$y = 0,0086x + 4,36$	$y = 0,0019x + 1,4727$	0,6	0,6

pH

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien korelasi orde nol sama besar dengan koefisien korelasi orde satu, tetapi laju penurunan nilai pH mengikuti reaksi orde satu.

Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan pH yoghurt jagung manis-kacang hijau kemasan botol PET yaitu $y = -3700,5x + 6.6596$ dan $R^2 = 0.7588$. Energi aktivasi (E_a) perubahan pH sebesar 7349,193 kal/mol yang artinya untuk memulai terjadinya perubahan pH diperlukan energi sebesar tersebut.



Gambar 22 Plot Arrhenius perubahan pH yoghurt jagung yang dikemas botol polietilen terephtalate selama penyimpanan

Total Asam Titrasi

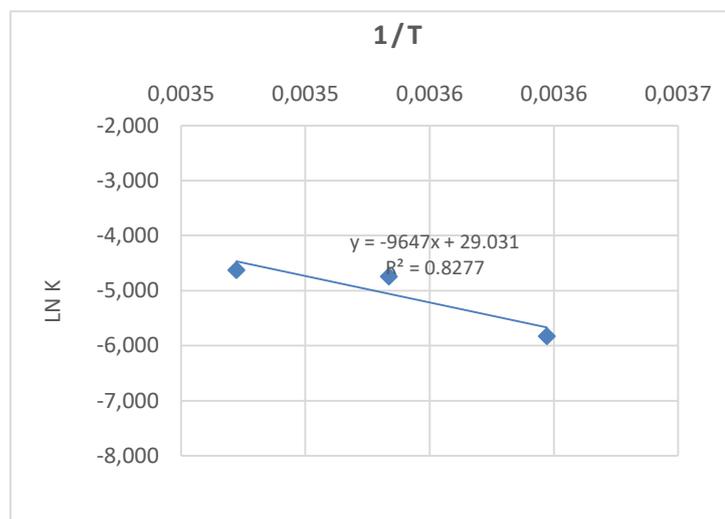
Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien korelasi orde satu lebih besar daripada koefisien korelasi orde nol (Tabel 19), maka laju penurunan nilai total asam tertitiasi mengikuti reaksi orde satu.

Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan total asam tertitiasi yoghurt jagung manis-kacang hijau kemasan botol PET yaitu $y = -4133,1x + 9,772$ dengan $R^2 = 0,8782$ (**Error! Reference source not found.**). Energi aktivasi (E_a) perubahan total asam tertitiasi sebesar 8208,337 kal/mol yang artinya untuk memulai terjadinya perubahan total asam tertitiasi diperlukan energi sebesar tersebut.

Tabel 19 Regresi linear total asam yoghurt jagung yang dikemas botol polietilen terephtalate selama penyimpanan

Suhu °C	Linier regression			R^2	
	Zero orde	Orde Satu	Orde Nol	Orde Satu	
5	$y = 0.0024x + 0,769$	$y = 0.0029x - 0,263$	0,181	0,188	
10	$y = 0.0074x + 0,788$	$y = 0.0087x - 0,238$	0,902	0,898	
15	$y = 0.0083x + 0,760$	$y = 0.0098x - 0,271$	0,988	0,991	

Selanjutnya dipilih satu parameter yang paling mempengaruhi penurunan mutu yoghurt jagung manis-kacang hijau kemasan botol PET selama penyimpanan. Dalam berbagai variasi suhu, parameter yang mempunyai nilai energi aktivasi (E_a) terendah dipilih karena semakin rendah nilai energi aktivasi suatu reaksi maka penurunan mutu akan berjalan lebih cepat berarti semakin cepat pula memberikan kontribusi terhadap kerusakan produk tersebut. Dalam penelitian ini persentase pH memiliki energi aktivasi terendah yaitu 7349,193 kal/mol.



Gambar 23 Plot Arrhenius perubahan tital asam yoghurt jagung selama penyimpanan

- Pendugaan umur simpan yoghurt jagung yang dikemas botol PET

Setelah didapatkan persamaan *Arrhenius*, -masing parameter titik kritis yoghurt jagung manis-kacang hijau pada berbagai kemasan dapat ditentukan. Karena nilai $\ln k_0$ dan $-E/R$ merupakan bilangan konstanta pada persamaan *Arrhenius* $\ln k = \ln k_0 - (E/R) (1/T)$, maka persamaan dapat ditulis $\ln k = A + B \times (1/T)$. Dengan demikian, nilai $\ln k_0 = A$ dan nilai $-E/R = B$.

Tabel 20. Energi aktivasi parameter pada yoghurt jagung yang dikemas botol PET

Parameter	Arrhenius equations	R ²	Activation energy (cal/mol ^o K)
Lactic acid bacteria	$y = 2849x - 15.4$	0,699	5641
Protein content	$y = -19748x + 66.4$	0.9431	391101
pH	$y = -3265x + 6.6$	0,750	6464
Total acid	$y = -9647x + 29$	0.828	19101
Soluble solid	$y = 2355x - 12$	0.178	4663
Viscosity	$y = -5620x + 14.8$	0,399	11126
Color	$y = -2530x + 2.7$	0.898	5007
Acid taste	$y = -3925x + 9.9$	0.697	7772
Flavor	$y = -21153x + 68$	0.667	41883
Preference	$y = -4806x + 12$	0.279	9516

Tabel 21 Hasil perhitungan umur simpan yoghurt jagung yang dikemas botol PET

Temperature (°C)	k value	Shelf life (months)
5	0.0049	4.4
10	0.0061	3.6
15	0.0075	2.9

The shelf life of yogurt at 5, 10 and 15 ° C was 4.4; 3.6 and 2.9 months. This is in line with Robinson (2012) that the yogurt sold in the market have a shelf life of about 2 to 3 months at refrigerator temperature (34-40oF), or about 1 to 5 ° C. Good storage temperature for the yogurt is usually done in the refrigerator temperature ± 4 ° C.

Densitas kemasan mempengaruhi lamanya umur simpan produk yoghurt. Nilai densitas pada kemasan plastik PET adalah $1,4 \text{ g/m}^3$ (Robertson, 1993). Nilai tersebut termasuk ke dalam nilai yang relatif tinggi dibandingkan kemasan plastik jenis PP. Bierley *et al.* (1988) mengemukakan bahwa plastik dengan densitas yang rendah menandakan bahwa plastik tersebut memiliki struktur yang terbuka, artinya mudah atau dapat ditembusi fluida seperti air, oksigen atau CO_2 . Sebaliknya, plastik dengan densitas yang tinggi memiliki struktur yang tertutup atau susunan rantai-rantai polimernya yang lebih rapat sehingga permeabilitasnya terhadap air dan gas lebih rendah. Jadi, nilai densitas plastik sangat penting dalam menentukan sifat-sifat plastik yang berhubungan dengan pemakaiannya.

Yoghurt disarankan untuk disimpan pada suhu rendah di bawah 4°C , sedangkan kemasan PP mudah pecah jika disimpan pada suhu tersebut. Dengan demikian, kemasan PP tidak disarankan untuk mengemas yoghurt.

E. Preferensi konsumen

1. Susu jagung

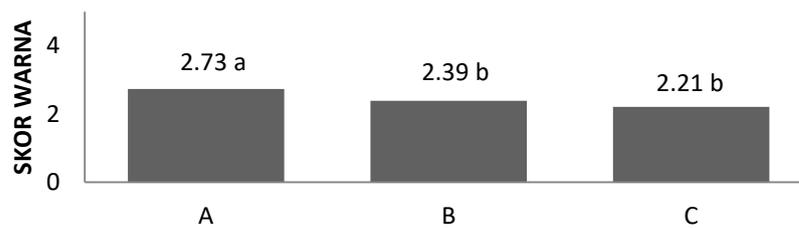
Hasil analisis uji *Friedman* menunjukkan bahwa preferensi responden terhadap susu jagung berdasarkan variabel sensoris dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 22 Hasil uji *Friedman* terhadap variabel sensoris susu jagung.

No	Variable yang diamati	Susu jagung A, B, C
1	Warna	**
2	Aroma	**
4	Flavor (citarasa)	**
5	Kesukaan	**

Keterangan : tn : tidak berbeda nyata, * : berbeda nyata, ** : berbeda sangat nyata

Hasil uji *Friedman* responden terhadap warna susu jagung menunjukkan hasil yang berbeda selanjutnya dilakukan perbandingan ganda pada taraf 5%. Nilai rata-rata warna susu jagung pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 24



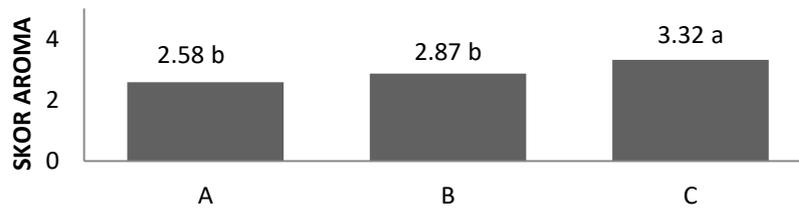
Gambar 24 Kesukaan konsumen terhadap warna susu jagung

Hasil preferensi konsumen pada Gambar 24 menunjukkan bahwa produk A memiliki skor yaitu 2,73 yang berarti putih kekuningan sampai kuning. Produk B dan produk C memperoleh skor yang tidak berbeda, yaitu secara berturut-turut 2,39 dan 2,21 yang artinya putih kekuningan.

Responden menilai bahwa warna putih kekuningan sampai kuning merupakan warna yang menarik dan cocok dengan warna jagung yang digunakan. Warna kuning yang terkandung dalam jagung yang disukai oleh responden berasal dari pigmen warna betakaroten dan zeaxhantin yang berwarna kuning. Hal ini disebabkan jagung mengandung betakaroten, yang berwarna kekuning-kuningan karena adanya kelompok pigmen yang berwarna kuning, orange, atau merah orange, mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air (Ahmed, Akter and Eun, 2011). Konsentrasi susu skim yang tinggi mengakibatkan karotenoid bercampur dengan susu skim, sehingga menghasilkan warna yang tidak terlalu kuning (Damin *et al.*, 2008)

Aroma

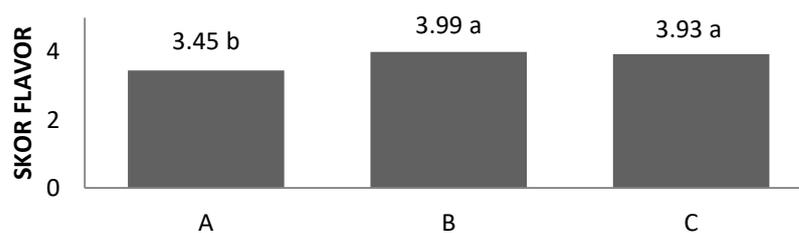
Hasil preferensi konsumen pada Gambar 25 menunjukkan bahwa produk C memiliki skor yaitu 3,32 yang berarti kuat. Produk A dan produk B memperoleh skor yang tidak berbeda nyata, yaitu 2,58 dan 2,87 yang artinya lebih kuat. Dari data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar susu skim yang ditambahkan maka akan menurunkan nilai aroma jagung, dan sebaliknya semakin sedikit susu skim maka akan tinggi nilai aroma jagung, ini dikarenakan aroma jagung tertutupi oleh aroma susu skim. Hal ini didukung oleh (Granato *et al.*, 2010), bahwa susu memiliki beberapa senyawa yang mempunyai aroma spesifik dan sebagian bersifat volatil.



Gambar 25 Kesukaan responden terhadap aroma susu jagung

Aroma dari bahan di sebabkan oleh adanya zat atau komponen yang mempunyai sifat volatil. Beberapa zat volatil berkurang pada saat proses pengolahan, sehingga mengurangi aroma yang dihasilkan dari bahan pangan tersebut. Selain itu dengan penambahan susu skim dalam jumlah besar pada susu jagung akan menutupi aroma yang tidak disukai oleh konsumen seperti aroma langu yang ada di jagung dan kacang hijau.

Hasil preferensi konsumen pada Gambar 26 menunjukkan bahwa produk B memiliki skor yaitu 3,99 namun tidak berbeda nyata dengan skor produk C yaitu 3,93 yang berarti enak. Produk A memperoleh skor kesukaan terendah yaitu 3,45 yang artinya agak enak.



Gambar 26 Kesukaaan responden terhadap *flavor* (citarasa) susu jagung

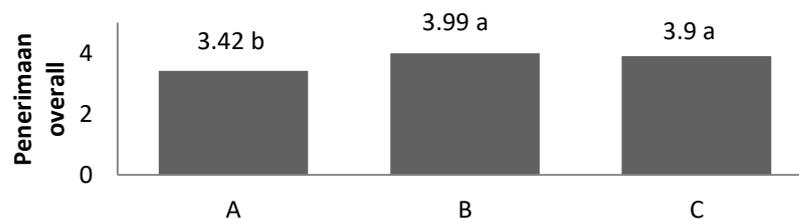
Flavor pada susu jagung manis dengan penambahan kacang hijau merupakan perpaduan antara rasa jagung manis dan kacang hijau. Penambahan gula pasir dan susu skim juga menambah citarasa susu jagung manis. Menurut beberapa responden, dengan penambahan susu skim yang besar akan membuat *flavor/citarasa* susu jagung semakin enak. Hal ini karena dalam kesehariannya

rata-rata responden mengkonsumsi produk susu yang berasal dari hewani seperti susu sapi, susu botol, dan susu kental manis. Menurut (Gracia, 2016), pola makan masyarakat dipengaruhi oleh kebiasaan yang ditanamkan sejak kecil.

Penerimaan overall

Nilai kesukaan konsumen merupakan keseluruhan nilai dari sensoris/organoleptik terhadap produk. Nilai kesukaan pada susu jagung dipengaruhi oleh semua parameter sensoris (warna, aroma, dan flavor). Kesukaan merupakan penilaian subjektif panelis terhadap kombinasi parameter secara keseluruhan. Dari penilaian kesukaan dapat diketahui produk mana yang lebih disukai atau tidak disukai oleh konsumen.

Hasil uji *Friedman* responden terhadap kesukaan menunjukkan hasil yang berbeda selanjutnya dilakukan uji perbandingan ganda pada taraf 5%. Nilai rata-rata kesukaan susu jagung pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27 Penerimaan overall terhadap susu jagung.

Hasil preferensi konsumen pada Gambar 27 menunjukkan bahwa produk B memiliki skor kesukaan yaitu 3,99 namun tidak berbeda dengan skor kesukaan produk C yaitu 3,90 yang berarti suka. Sedangkan produk A memperoleh skor kesukaan terendah yaitu 3,42 yang artinya agak suka.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden menyukai susu jagung dengan kandungan bahan tambahannya 20% kacang hijau dan 9% susu skim. Menurut beberapa responden, susu jagung yang ditambahkan kacang hijau sebesar 20% dan susu skim sebesar 9%, memiliki warna yang menarik, aroma yang khas, flavor yang enak dibandingkan dengan susu jagung yang ditambah kacang hijau 10% dan susu skim 3%. Dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai kesukaan susu jagung yang dikehendaki responden adalah yang memiliki warna

menarik, aroma bahan tambahan yang tidak terlalu terasa/kuat dan *flavor*/citarasa khas jagung serta terdeteksi dari bahan-bahan tambahan yang digunakan.

- Preferensi Konsumen Terhadap Kemasan

Hasil analisis preferensi konsumen terhadap kemasan susu jagung meliputi jenis (model) kemasan, desain label, dan warna desain label yang dapat dilihat pada Tabel 23.

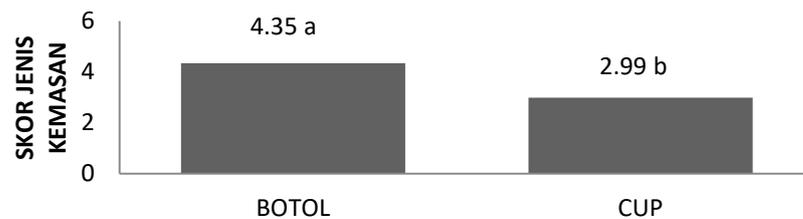
Tabel 23 Hasil uji *Friedman* terhadap variabel desain kemasan susu jagung.

No	Variable yang diamati	Kemasan
1	Jenis kemasan	**
2	Desain label	tn
3	Warna Desain label	tn

Keterangan : tn : tidak berbeda nyata, * : berbeda nyata, ** : berbeda sangat nyata

Jenis Kemasan

Hasil uji *Friedman* responden terhadap jenis kemasan menunjukkan hasil yang berbeda selanjutnya dilanjutkan ke uji perbandingan ganda pada taraf 5%. Nilai rata-rata preferensi konsumen pada berbagai jenis kemasan susu jagung dapat dilihat pada Gambar 29.



Keterangan: 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada alpha 5%

Gambar 29. Nilai rata-rata preferensi konsumen pada berbagai jenis kemasan susu jagung.

Hasil preferensi konsumen pada Gambar 29, menunjukkan bahwa dari 2 model kemasan yang ditawarkan memiliki perbedaan. Kemasan model botol memiliki skor kesukaan yaitu 4,35 yang artinya suka. Sedangkan untuk kemasan model cup hanya memiliki skor kesukaan 2,99 yang artinya tidak suka sampai agak suka. Responden menilai bahwa kemasan botol plastik memiliki keunggulan dari segi bentuknya yang fleksibel, berbobot ringan, tidak mudah pecah, bersifat transparan/tembus pandang sehingga cocok untuk dijadikan kemasan produk-produk cair seperti susu jagung. Hal tersebut sama seperti pernyataan Satyahadi (2013), bahwa bahan kemasan harus kuat namun flaksibel untuk dibuat ke dalam berbagai bentuk kemasan.

Desain Label

Menurut UU RI No 69 tahun 1999, label adalah setiap keterangan yang memuat informasi mengenai produk yang berbentuk gambar, tulisan atau bentuk lain dan ditempelkan pada bagian kemasan. Merancang atau mendesain label kemasan sangatlah tergantung pada kreativitas para desainernya, baik ukuran, bentuk, maupun corak warnanya.

Hasil uji *Friedman* responden terhadap desain label kemasan manunjukan hasil yang tidak berbeda. Desain label kemasan gradasi hijau-putih memiliki skor kesukaan yaitu 3,80 sedangkan gradasi kuning-putih memiliki skor kesukaan yaitu 3,65 yang artinya suka. Hal tersebut karena menurut responden desain gradasi hijau-putih dan kuning-putih menarik dan sesuai untuk kemasan susu jagung. Hal ini sesuai dengan pendapat Lisnawati (2011) yang menyatakan bahwa kemasan sebagai hal pertama yang dilihat oleh publik sebelum membuat keputusan akhir untuk membeli, serta kemasan juga harus dapat mempengaruhi konsumen untuk memberikan respon positif.

Warna Desain Label

Warna merupakan perangsang paling penting yang menciptakan daya Tarik visual dan daya Tarik pada pelanggan, dan ini merupakan bagian yang sangat penting dari desain grafis pada sebuah kemasan (Cenadi, 2000). Menurut Kotler (1999), konsumen melihat warna jauh lebih cepat dari pada melihat bentuk

atau rupa, dan warnalah yang pertama kali dilihat pada saat produk dipajang. Ada beberapa fungsi warna dalam kemasan yaitu untuk identifikasi, untuk menciptakan suatu citra dan untuk meningkatkan daya beli (Wirya, 1999).



Gambar 28 Kemasan susu jagung

Hasil uji *Friedman* responden terhadap desain label kemasan menunjukkan hasil yang tidak berbeda. Warna hijau memiliki skor kesukaan yaitu 3,87 sedangkan warna kuning memiliki skor kesukaan 3.58 yang artinya agak suka sampai suka. Responden menilai bahwa warna hijau dan kuning merupakan warna yang cerah, menarik dan sesuai untuk kemasan susu jagung. Menurut Klimchuk dan Krasovec (2006), warna hijau melambangkan warna yang membumi, damai, hidup, muda, segar, dan organik. Warna hijau mengomunikasikan dapat didaur ulang, diperbarui, alami, dan ramah lingkungan. Warna hijau dianggap sebagai warna yang paling sejuk di mata, hijau memiliki efek menenangkan, dan pemakaiannya di semua kategori produk melambangkan rasa rileks dan kedamaian. Warna hijau semakin banyak dipakai dalam desain kemasan untuk menandakan produk yang bermanfaat untuk kesehatan.

Menurut beberapa responden yang memberikan skor sama antara warna hijau dan kuning, responden tidak mempermasalahkan apabila warna dari kemasan susu jagung itu hijau atau kuning karena menurut responden warna hijau bisa menggambarkan produk-produk hasil pertanian sedangkan warna kuning bisa menggambarkan isi dari produk tersebut dan menarik. Warna kuning adalah warna yang ceria, melukiskan kegembiraan, suasana penuh suka cita, berenergi,

dan antusiasme. Secara alami kuning mampu memberikan efek psikologi berupa kegembiraan, kegembiraan yang ditimbulkan warna ini sendiri adalah yang paling besar jika dibandingkan dengan warna lain.

Tabel 24 Hasil kuesioner pada responden.

1. Apakah anda mengenal susu jagung?		Jumlah	Presentase (%)
Ya		41	41%
Tidak, alasan nya	Baru mendengar	30	30%
	Baru tahu	29	29%
<i>Total</i>		<i>100</i>	<i>100%</i>
2. Apakah anda mengenal susu nabati lainnya (susu bukan dari hewan)?		Jumlah	Presentase (%)
Ya	Susu kedelai	82	82%
	Susu kacang hijau	3	3%
Tidak		15	15%
<i>Total</i>		<i>100</i>	<i>100%</i>
3. Warna susu jagung yang seperti apa yang anda harapkan?		Jumlah	Presentase (%)
Putih		6	20%
Kuning		19	63.3%
Kuning pekat		3	10%
Lainnya (Putih kekuingan)		2	6.6%
<i>Total</i>		<i>30</i>	<i>100%</i>

Sumber: Data kuesioner penelitian (2017)

Dari Tabel 24 dapat disimpulkan bahwa, 41% responden mengetahui adanya susu jagung sedangkan sisanya yaitu 30% responden baru mendengar kalau ada susu jagung dan 29% responden lainnya baru mengetahui bila jagung bisa dibuat sebagai susu. Dari 100 responden, yang pernah mengkonsumsi susu jagung hanya 35,2% atau 30 responden, sisanya mengemukakan alasan kenapa tidak pernah mengkonsumsi susu jagung, 30.5% atau 26 responden

mengemukakan alasannya karena tidak tersedia, 16.4% atau 14 responden mengatakan alasannya tidak ada yang jual dan 17.6% atau 15 responden mengatakan alasannya karena tidak bisa membuat susu jagung. Dari 30 responden yang pernah mengkonsumsi susu jagung manis, warna susu jagung yang diharapkan yaitu warna kuning dengan presentase 63.3%.

Responden lebih menyukai susu jagung dengan kandungan bahan tambahan dengan jumlah 20% kacang hijau dan 9% susu skim sampai dengan jumlah 30% kacang hijau dan 15% susu skim dibandingkan dengan kandungan bahan tambahan yang sedikit yaitu 10% kacang hijau dan 3% susu skim. Menurut beberapa responden yang biasa mengkonsumsi susu, dengan adanya penambahan susu skim, citarasa yang dihasilkan oleh susu jagung menjadi khas dan disukai. Responden juga menyukai kemasan susu jagung dengan model botol plastik (PET). Beberapa responden memberikan alasannya kenapa mereka memilih kemasan botol plastik, karena kemasan botol plastik mempunyai banyak keunggulan salah satunya yaitu praktis dan elegan.

2. Preferensi Konsumen Terhadap Yoghurt Jagung

Uji sensoris pada produk pangan memiliki arti yang penting karena sangat berkaitan dengan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan.. Produk yang memiliki sifat fisik yang baik, kandungan zat gizi yang sangat beragam dalam jumlah yang besar namun sifat sensorisnya tidak baik, rasanya tidak enak makan akan menjadi sia-sia saja karena konsumen tidak akan mengkonsumsi produk tersebut (Gracia, 2016). Oleh karena itu, diperlukan kombinasi antara sifat fisik, kimia dan sensoris agar dapat menghasilkan produk yang sifat fisiknya baik, kandungan kimianya memenuhi standar kebutuhan nutrisi manusia, dan sifat sensoris yang disukai oleh konsumen. Pengujian sensoris pada produk yoghurt jagung manis meliputi warna, aroma, rasa, *flavor* (citarasa), dan kesukaan.

Hasil analisis uji F menunjukkan bahwa preferensi responden terhadap yoghurt jagung manis berdasarkan variabel sensoris dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25 Hasil uji F preferensi konsumen terhadap variabel sensoris yoghurt jagung

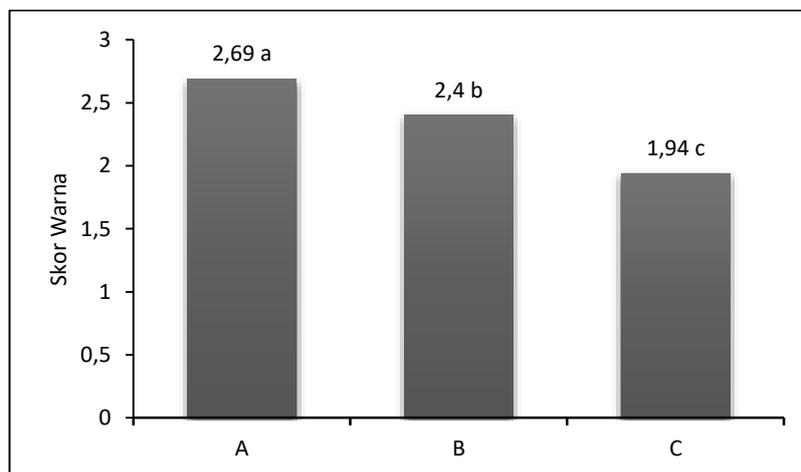
No	Variabel yang diamati	Yoghurt jagung
1	Warna	*
2	Aroma	tn
4	Rasa (asam)	tn
5	Flavor (citarasa)	*
6	Kesukaan	*

Keterangan : tn : tidak berbeda nyata, * : berbeda nyata

Warna Yoghurt

Warna sangat penting dalam menentukan kualitas atau derajat penerimaan dari suatu bahan pangan. Warna memiliki peranan sangat penting dalam penentuan mutu produk. Suatu bahan pangan yang dinilai bergizi, enak dan teksturnya sangat baik tidak akan menarik selera apabila memiliki warna tidak sedap dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna seharusnya .

Hasil uji F responden terhadap warna yoghurt jagung menunjukkan hasil yang berbeda (Gambar 29).



Gambar 29 Preferensi konsumen terhadap warna yoghurt jagung

Skor penilaian dari kuesioner variabel sensoris warna yoghurt jagung di susun semakin tinggi skor maka warna yoghurt jagung semakin berwarna kuning pekat dan sebaliknya semakin rendah skor maka warna yoghurt jagung semakin

berwarna putih. Hasil preferensi konsumen pada Gambar 29 menunjukkan bahwa produk A memiliki skor yaitu 2,69 yang berarti putih kekuningan sampai kuning. Produk B memiliki skor 2,4 yang berarti putih kekuningan dan produk C memiliki skor 1,94 yang berarti putih sampai putih kekuningan .

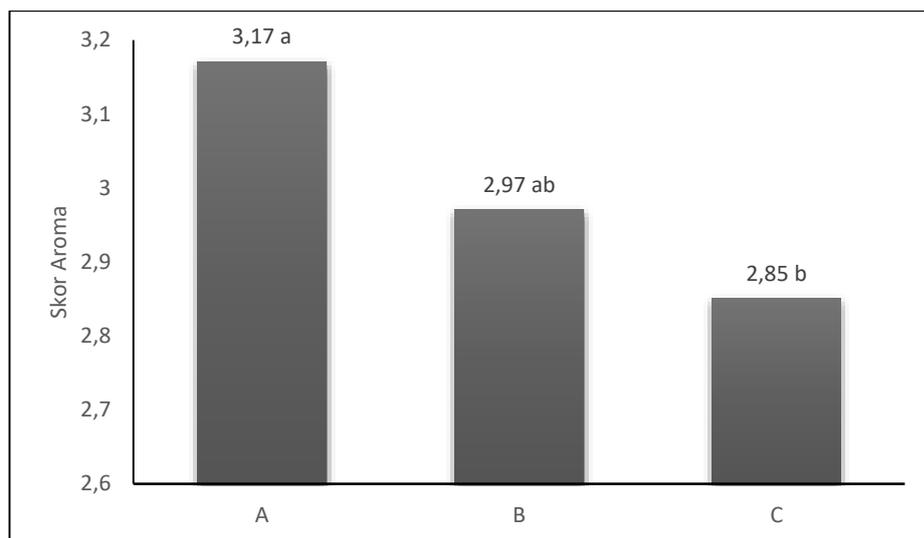
Responden menilai bahwa warna putih kekuningan sampai kuning merupakan warna yang menarik dan cocok dengan warna jagung yang digunakan. Warna kuning yang terkandung dalam jagung yang disukai oleh responden berasal dari pigmen warna betakaroten dan zeaxhantin yang berwarna kuning. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suarni dan Widowati (2006) yang menyatakan warna jagung manis kekuning-kuningan karena adanya kelompok pigmen yang berwarna kuning, orange, atau merah orange, mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air. Konsentrasi susu skim yang tinggi mengakibatkan karotenoid bercampur dengan susu skim, sehingga menghasilkan warna yang tidak terlalu kuning .

Warna kuning yoghurt jagung disebabkan adanya kandungan karotenoid dalam jagung. Karotenoid adalah suatu kelompok pigmen yang berwarna kuning, orange, atau merah orange, mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air. Pada pembuatan yoghurt jagung manis juga ditambahkan susu skim sehingga warna yoghurt yang dihasilkan adalah kuning keputihan. Menurut (Tangsuphoom and Coupland, 2008) penggunaan jumlah susu skim yang tinggi akan menghasilkan warna yoghurt semakin muda sedangkan penggunaan susu skim dalam jumlah rendah akan menghasilkan warna yoghurt semakin terang. Warna susu skim yang memiliki warna putih sehingga berpengaruh pada hasil akhir yoghurt. Pada pembuatan yoghurt ditambahkan susu skim yang berfungsi sebagai bahan penstabil (*stabilizer*) untuk meningkatkan kekentalan dan konsistensi pada yoghurt. Dengan adanya penambahan bahan penstabil yang memiliki gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik sehingga bahan yang tidak larut air dapat tercampur dengan bahan yang larut air menjadi suatu koloid setengah padat yang kompak (Wu *et al.*, 2014)

- Aroma

Aroma suatu produk ditentukan dengan indra penciuman (hidung) melalui bau yang ditimbulkan karena adanya senyawa volatil. Aroma adalah reaksi dari makanan yang akan mempengaruhi konsumen sebelum konsumen menikmati makanan, konsumen dapat mencium makanan tersebut. Aroma merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk, sebab sebelum dimakan biasanya konsumen terlebih dahulu mencium aroma dari produk tersebut untuk menilai layak tidaknya produk tersebut dikonsumsi. Aroma yang enak dapat menarik perhatian konsumen dan kemungkinan besar memiliki rasa yang enak pula sehingga konsumen lebih cenderung menyukai makanan dari aromanya.

Hasil uji F responden terhadap aroma yoghurt jagung menunjukkan hasil yang tidak berbeda (. Gambar 30



Gambar 30. Preferensi konsumen terhadap aroma yoghurt jagung

Hasil penelitian menunjukkan skor aroma pada ketiga perlakuan yoghurt jagung yang dihasilkan berkisar antara 2,85 – 3,17 yang berarti aroma jagung pada yoghurt jagung cenderung agak kuat. Pada penelitian ini yoghurt jagung yang dihasilkan memiliki 2 aroma yang khas yaitu aroma khas yoghurt dan aroma khas jagung manis. Aroma yoghurt dipengaruhi oleh asam laktat yang diproduksi oleh *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Lactobacillus bulgaricus* yaitu memberikan aroma yang khas pada yoghurt ((L. Allgeyer, Miller

and Lee, 2010b). Aroma yoghurt diperoleh dari produksi asam yang terbentuk selama fermentasi. Aroma yang ditimbulkan pada umumnya disebabkan oleh perubahan-perubahan kimia dan bentuk persenyawaan dengan bahan lain, misalnya antara asam amino hasil perubahan protein dengan gula-gula reduksi yang membentuk senyawa rasa dan aroma makanan.

Aroma dari bahan di sebabkan oleh adanya zat atau komponen yang mempunyai sifat volatil. Beberapa zat volatil berkurang pada saat proses pengolahan, sehingga mengurangi aroma yang dihasilkan dari bahan pangan tersebut. Selain itu dengan penambahan susu skim dalam jumlah besar pada susu jagung akan menutupi aroma yang tidak disukai oleh konsumen seperti aroma langu yang ada di jagung dan kacang hijau.

Menurut Whitfield dan Last (1991), senyawa volatil utama pada jagung manis rebus adalah dimetil sulfida, etanol, asetaldehid, serta 2-acetylthiazole, 2,4-5 trimethylthiazone, dan thialdine. Senyawa- senyawa pembentuk aroma khas jagung manis tersebut terdapat dalam sekam (56%) dan kernel (34%). Namun, senyawa-senyawa tersebut tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma yang dihasilkan karena prosentase lemak susu, susu skim dan padatan sari jagung.

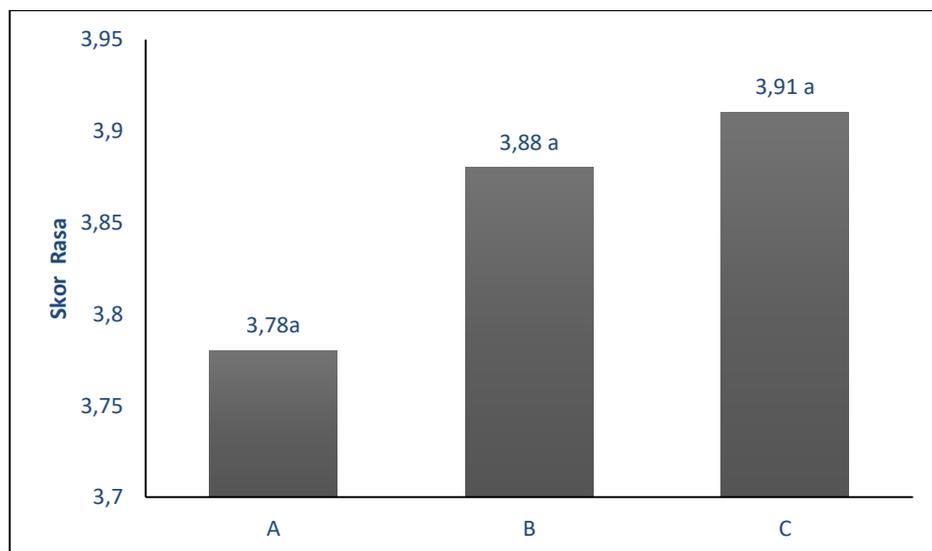
Indera pembau digunakan untuk menilai bau atau aroma suatu produk pangan. Aroma adalah rasa dan bau yang sangat subyektif serta sulit diukur, karena setiap orang mempunyai sensitifitas dan kesukaan yang berbeda. Meskipun mereka dapat mendeteksi, tetapi setiap individu memiliki kesukaan yang berlainan (Meilgaard *et al.*, 2000). Banyak sekali jenis aroma yang dapat diterima oleh alat penciuman. Kepekaan pembauan diperlukan dalam jumlah yang lebih rendah daripada indera pengecap/lidah. Dalam banyak hal, enaknya makanan ditentukan oleh aroma/bau makanan tersebut. Dalam industri pangan, uji bau sangat penting karena dapat dengan cepat memberikan hasil penilaian penerimaan konsumen terhadap produksi yang dihasilkan.

- Rasa Yoghurt

Rasa makanan adalah turunan dari sebagian komponen yang terkait dalam air liur selama makanan dicerna secara mekanis di mulut. Titik perasa dari lidah

adalah kemampuan mendeteksi dasar yaitu manis, asam, asin, pahit. Dalam makanan tertentu empat rasa ini digabungkan sehingga menjadi satu rasa yang unik dan menarik untuk dinikmati. Penyimpangan terhadap rasa produk akan mempengaruhi penerimaan konsumen, yaitu *after taste* asam sangat terasa pada yoghurt yang ada dipasaran, karena sebagian besar konsumen kurang menyukai rasa asam sangat berlebih.

Hasil penelitian menunjukkan skor rasa pada ketiga perlakuan yoghurt jagung yang dihasilkan berkisar antara 3,78 – 3,91 yang berarti rasa dari ketiga yoghurt jagung memiliki rasa yang asam (Gambar 31). Selama proses fermentasi berlangsung dihasilkan komponen-komponen citarasa seperti diastel, setil metil karbinol, 2,3, butilen dan asetaldehida yang memberikan citarasa khas pada yoghurt (Irvine and Hekmat, 2011). Terbentuknya asam laktat akibat aktivitas metabolisme seluler bakteri asam laktat kan memberikan rasa asam pada yoghurt, karena hal itulah yoghurt memiliki cita rasa asam yang khas (Cheng, 2010).

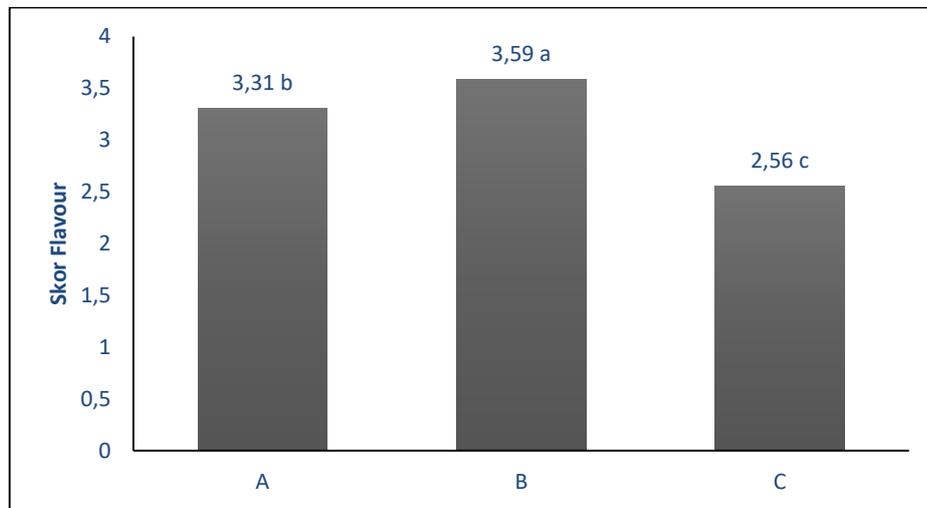


Gambar 31 Penerimaan konsumen terhadap rasa yoghurt jagung

Flavor (citarasa) Yoghurt

Flavour atau citarasa merupakan sensasi yang dihasilkan oleh bahan makanan ketika diletakkan dalam mulut terutama yang ditimbulkan oleh rasa dan bau. *Flavour* makanan yang kita kenal sehari hari sebenarnya bukan satu

tanggapan, melainkan campuran dari tanggapan cicip, bau dan trigeminal yang dirumuskan oleh kesan lain seperti penglihatan, sentuhan dan pendengaran.

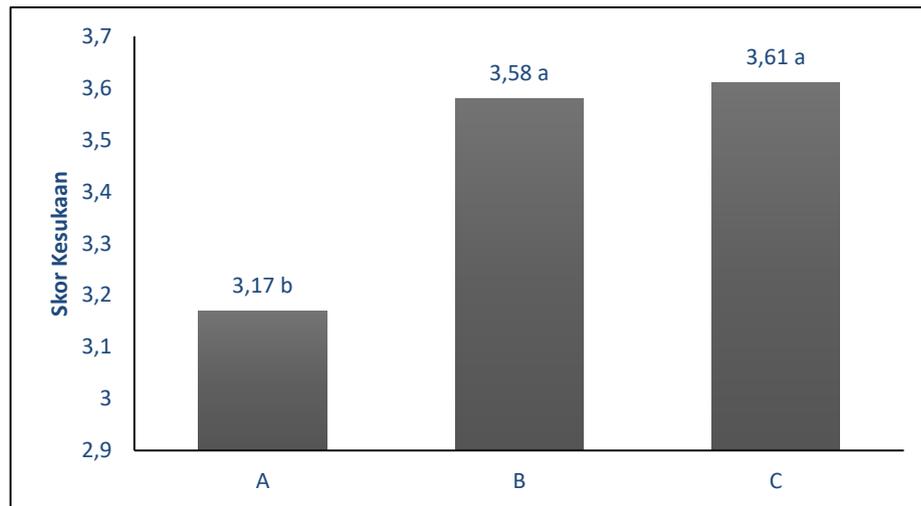


Gambar 32 Penerimaan konsumen terhadap *flavour* yoghurt jagung

Hasil preferensi konsumen pada Gambar 32 menunjukkan bahwa produk B memiliki skor yaitu 3,59 yang berarti enak, skor produk A yaitu 3,31 dan skor produk C yang berarti agak enak. Cita rasa suatu bahan pangan adalah respon ganda dari bau dan rasa. Bila digabungkan dengan perasaan (konsistensi dan tekstur) dari makanan didalam mulut, konsumen dapat membedakan suatu makanan dengan jenis makanan lain. Citarasa makanan ditimbulkan oleh terjadinya ransangan terhadap indera pengecap dalam tubuh manusia. Makanan yang memiliki citarasa tinggi adalah makanan yang disajikan dengan menarik, menyebarkan bau yang sedap dan memberikan rasa yang lezat

- Penerimaan keseluruhan

Kesukaan merupakan penerimaan organoleptik produk secara umum, yaitu panelis melihat keseluruhan sifat yang ada pada produk yoghurt, baik aroma, rasa, warna maupun sifat organoleptik lain pada produk.



Gambar 33 Preferensi konsumen terhadap kesukaan yoghurt jagung

Hasil preferensi konsumen pada Gambar 33 menunjukkan bahwa produk C memiliki skor kesukaan yaitu 3,61 namun tidak berbeda dengan skor kesukaan produk B yaitu 3,58 yang berarti suka. Sedangkan produk A memperoleh skor kesukaan terendah yaitu 3,42 yang artinya agak suka. Menurut Nursalim dan Razali (2007), kesukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: warna, rasa, aroma dan penampilan menarik serta bernilai gizi tinggi dan menguntungkan bagi manusia. Daya terima terhadap suatu makanan ditentukan oleh rangsangan yang timbul oleh makanan melalui panca indera penglihatan, penciuman, pencicipan, dan pendengaran. Namun demikian faktor utama yang akhirnya mempengaruhi daya terima terhadap makanan adalah rangsangan citarasa yang ditimbulkan oleh makanan. Oleh karena itu, penting sekali dilakukan penilaian citarasa untuk menjajaki daya penerimaan konsumen (Kraus, 2015).



Gambar 34 Yoghurt jagung yang dihasilkan

BAB V KESIMPULAN

Semakin banyak konsentrasi kultur yang ditambahkan pada pembuatan yoghurt jagung maka jumlah bakteri asam laktat, total asam dan viskositas semakin meningkat, sedangkan pH, total padatan terlarut, kadar lemak dan protein semakin menurun. Semakin banyak ekstrak ubi jalar merah yang ditambahkan pada pembuatan yoghurt jagung, maka total padatan terlarut dan viskositas semakin meningkat; sedangkan kadar protein dan lemak semakin menurun. Kombinasi paling baik untuk pembuatan yoghurt jagung adalah pada konsentrasi 4 % kultur dan 15 % ekstrak ubi jalar. Produk memiliki pH 3,88, viskositas sebesar 261,5 cP, kadar asam laktat 0,87 %, kadar lemak 0,05 %, total padatan terlarut 19,10 °Brix, dan protein total 3,23 %. Yoghurt ini sudah memenuhi standar SNI yoghurt, kecuali kadar protein yang masih lebih rendah yaitu 3,23 (menurut SNI minimal 3,5).

Semakin lama penyimpanan yoghurt jagung, maka semakin meningkat pula rasa asam. Namun setelah penyimpanan minggu ketiga, terjadi penurunan rasa asam yang cukup signifikan terutama pada kemasan botol PET dan botol gelas. Yoghurt jagung yang disimpan menggunakan botol polietilene terephthalate memiliki umur simpan 4.4; 3.6 dan 2.9 bulan pada 5, 10 and 15 ° C. Hasil preferensi konsumen menunjukkan bahwa yoghurt jagung memiliki skor kesukaan yaitu 3,61 (dari skala 5).

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M., Anjum, R. R., Zahoor, T., Sajjad-ur-Rahman, Hussain, S. and Ahmad, S. (2009) 'Chemical and sensory characteristics of yoghurts prepared by locally isolated and commercially imported starter cultures.', *Milchwissenschaft*. Volkswirtschaftlicher Verlag, etc.], 64(4), pp. 392–395. Available at: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093283231> (Accessed: 17 September 2017).
- Ačkar, Đ., Babić, J., Jozinović, A., Miličević, B., Jokić, S., Miličević, R., Rajič, M. and Šbari, D. (2015) 'Starch Modification by Organic Acids and Their Derivatives: A Review', *Molecules*, 20, pp. 19554–19570. doi: 10.3390/molecules201019554.
- Ahmed, M., Akter, M. S. and Eun, J.-B. (2009) 'Impact of Î±-amylase and maltodextrin on physicochemical, functional and antioxidant capacity of spray-dried purple sweet potato flour', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, p. n/a-n/a. doi: 10.1002/jsfa.3845.
- Ahmed, M., Akter, M. S. and Eun, J.-B. (2011) 'Optimisation of drying conditions for the extraction of β-carotene, phenolic and ascorbic acid content from yellow-fleshed sweet potato using response surface methodology', *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), pp. 1356–1362. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02612.x.
- Aini, N. and Hariyadi, P. (2010) 'Gelatinization properties of white maize starch from three varieties of corn subject to oxidized and acetylated-oxidized modification', *International Food Research Journal*, 17(4).
- Aini, N., Hariyadi, P., Muchtadi, T.-R. and Andarwulan, N. (2010) 'Hubungan antara waktu fermentasi grits jagung dengan sifat gelatinisasi tepung jagung putih yang dipengaruhi ukuran partikel', *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, XXI(1), pp. 28–24.
- Aini, N., Prihananto, V. and Wijonarko, G. (2014) 'Sorption Isotherm of Instan Corn Flour from Four Variety of Corn', *Agritech*, 34(1), pp. 49–55.
- Aini, N., Prihananto, V., Wijonarko, G., Arimah, A. and Syaifudin, M. (2017) 'Effect of Culture Concentration and Sweet Potato Prebiotic to the Properties of Sweet Corn Juice Probiotic', *Agritech*, 37(2), pp. 165–172. doi: 10.22146/agritech.25892.
- Aini, N., Prihananto, V., Wijonarko, G., Astuti, Y., Maulina, M. R. and Muthmainah, M. (2017) 'Quality Deterioration and Shelf Life Estimation of Corn Yogurt was Packaged by Glass Bottle', *Advanced Science Letters*, 23(6), pp. 5796–5798. doi: 10.1166/asl.2017.8835.
- Allgeyer, L. C., Miller, M. J. and Lee, S.-Y. (2010) 'Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics', *Journal of Dairy Science*, 93(10), pp. 4471–4479. doi: 10.3168/jds.2009-2582.

- Allgeyer, L., Miller, M. and Lee, S. (2010a) 'Drivers of liking for yogurt drinks with prebiotics and probiotics', *Journal of Food Science*. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2010.01579.x/full> (Accessed: 3 May 2017).
- Allgeyer, L., Miller, M. and Lee, S. (2010b) 'Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics', *Journal of Dairy Science*. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030210004777> (Accessed: 3 May 2017).
- Aly, A., Galal, E. A. and Elewa, A. (2004) 'Carrot Yoghurt : Sensory , Chemical , Microbiological Properties and Consumer Acceptance', *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(6), pp. 322–330.
- Aryana, K. J. and McGrew, P. (2007) 'Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics', *LWT - Food Science and Technology*, 40(10), pp. 1808–1814. doi: 10.1016/j.lwt.2007.01.008.
- Bedani, R., Rossi, E., Cavallini, D. and Pinto, R. (2015) 'Influence of daily consumption of synbiotic soy-based product supplemented with okara soybean by-product on risk factors for cardiovascular diseases', *Food Research*. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996914006954> (Accessed: 9 May 2017).
- Bengtsson, N. (1998) 'New Developments and Trends in Food Processing and Packaging in Europe', *Journal of the Society of Packaging Science and Technology Japan*, 6(6), pp. 277–292.
- Budijanto, S., Boing, A. and Dwi, Y. (2010) 'PENENTUAN UMUR SIMPAN TORTILLA DENGAN METODE AKSELERASI BERDASARKAN KADAR AIR KRITIS SERTA PEMODELAN KETEPATAN SORPSI ISOTHERMINYA [Shelf Life Study of Tortilla Using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Method and its Mathematical Modeling of Moistur', *Teknologi dan Industri Pangan*, XXI(2), pp. 165–170. Available at: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDAQFjAD&url=http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/3414/3845&ei=I4oJVfS9HYyeuQTd6oHoBw&usg=AFQjCNHQfU7HfW_WHQzx6WFrXLKKyntihQ&sig2=JjCeI1trb_2xMU5Dd2hX-w&bv.
- Buldo, P., Benfeldt, C., Folkenberg, D. M., Jensen, H. B., Amigo, J. M., Sieuwerts, S., Thygesen, K., van den Berg, F. and Ipsen, R. (2016) 'The role of exopolysaccharide-producing cultures and whey protein ingredients in yoghurt', *LWT - Food Science and Technology*, 72. doi: 10.1016/j.lwt.2016.04.050.
- Caelenberg, T. Van, Leuven, I. Van and Dirinck, P. (2013) 'An Analytical Approach for Fast Odour Evaluation of Recycled Food-Grade Paperboard

- Materials Using HS-SPME-MS-Nose Technology', *Packaging Technology and Science*, 26(3), pp. 161–172. doi: 10.1002/pts.1968.
- Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M. and Nicoli, M. C. (2016) 'Shelf-life Assessment of Food Undergoing Oxidation—A Review', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(11), pp. 1903–1912. doi: 10.1080/10408398.2013.807222.
- Cheng, H. (2010) 'Volatile Flavor Compounds in Yogurt: A Review', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor & Francis Group, 50(10), pp. 938–950. doi: 10.1080/10408390903044081.
- Chivero, P., Gohtani, S., Yoshii, H. and Nakamura, A. (2016) 'Assessment of soy soluble polysaccharide, gum arabic and OSA-Starch as emulsifiers for mayonnaise-like emulsions', *LWT - Food Science and Technology*, 69, pp. 59–66. doi: 10.1016/j.lwt.2015.12.064.
- Colín-Chávez, C., Vicente-Ramírez, E. B., Soto-Valdez, H., Peralta, E. and Auras, R. (2014a) 'The Release of Carotenoids from a Light-Protected Antioxidant Active Packaging Designed to Improve the Stability of Soybean Oil', *Food and Bioprocess Technology*, 7(12), pp. 3504–3515. doi: 10.1007/s11947-014-1359-x.
- Colín-Chávez, C., Vicente-Ramírez, E. B., Soto-Valdez, H., Peralta, E. and Auras, R. (2014b) 'The Release of Carotenoids from a Light-Protected Antioxidant Active Packaging Designed to Improve the Stability of Soybean Oil', *Food and Bioprocess Technology*, 7(12), pp. 3504–3515. doi: 10.1007/s11947-014-1359-x.
- Corrigan, V., Hedderley, D. and Harvey, W. (2012) 'Modeling the Shelf Life of Fruit-Filled Snack Bars Using Survival Analysis and Sensory Profiling Techniques', *Journal of Sensory Studies*, 27(6), pp. 403–416. doi: 10.1111/joss.12006.
- Coskun, M. B., Yalcin, I. and Ozarslan, C. (2016) 'Physical properties of sweet corn seed (*Zea mays saccharata* Sturt.) - ScienceDirect', *Journal of Food Engineering*, 74(4), pp. 523–528. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.03.039.
- Damin, M. R., Minowa, E., Alcantara, M. R., Oliveira and Marice Nogueira (2008) 'Effect of Cold Storage on Culture Viability and Some Rheological Properties of Fermented Milk Prepared with Yogurt and Probiotic Bacteria', *Journal of Texture Studies*. Blackwell Publishing Inc, 39(1), pp. 40–55. doi: 10.1111/j.1745-4603.2007.00129.x.
- Donkor, O., Nilmini, S., Stolic, P. and Vasiljevic, T. (2007) 'Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage', *International Dairy Journal* 17, 17, pp. 657–665. doi: 10.1016/j.idairyj.2006.08.006.
- Doyon, M. and Labrecque, J. (2008) 'Functional foods: a conceptual definition', *British Food Journal*, 110(11), pp. 1133–1149. doi:

10.1108/00070700810918036.

- El-Dieb, S. M., Abd Rabo, F. H. R., Badran, S. M., Abd El-Fattah, A. M. and Elshaghabee, F. M. F. (2012) 'The growth behaviour and enhancement of probiotic viability in bioyoghurt', *International Dairy Journal*. doi: 10.1016/j.idairyj.2011.08.003.
- Ergun, R., Lietha, R. and Hartel, R. W. (2010) 'Moisture and Shelf Life in Sugar Confections', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor & Francis Group, 50(2), pp. 162–192. doi: 10.1080/10408390802248833.
- Evrendilek, A. G. (2007) 'Survival of Escherichia coli O157:H7 in yogurt drink, plain yogurt and salted (tuzlu) yogurt: Effects of storage time, temperature, background flora and product characteristics', *International Journal of Dairy Technology*. Blackwell Publishing Ltd, 60(2), pp. 118–122. doi: 10.1111/j.1471-0307.2007.00312.x.
- Feng, X. (2006) *Microbial dynamics during barley tempeh fermentation*. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Gan, R.-Y., Lui, W.-Y., Chan, C.-L. and Corke, H. (2017) 'Hot Air Drying Induces Browning and Enhances Phenolic Content and Antioxidant Capacity in Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Sprouts', *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), p. e12846. doi: 10.1111/jfpp.12846.
- Gracia, A. (2016) 'Assessing Projection Bias in Consumers ' Food Preferences', *PLoS ONE*, 1, pp. 1–12. doi: 10.1371/journal.pone.0146308.
- Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. de A. F. and Shah, N. P. (2010) 'Probiotic Dairy Products as Functional Foods', *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(5), pp. 455–470. doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00120.x.
- Gupta, S. K., Karahadian, C. and Lindsay, R. C. (1984) 'Effect of Emulsifier Salts on Textural and Flavor Properties of Processed Cheeses', *Journal of Dairy Science*, 67(4), pp. 764–778. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81367-3.
- Gustaw, W., Kordowska-Wiater, M. and Kozio, J. (2011) 'The influence of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria for bio-yoghurt production', *Acta Science Polymer Technology*,. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 10(4), pp. 455–466.
- Guyen, M., Yasar, K., Karaca, O. B. and Hayaloglu, A. A. (2005) 'The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture', *International Journal of Dairy Technology*, 58(3), pp. 180–184. doi: 10.1111/j.1471-0307.2005.00210.x.
- Hulin-Bertaud, S., Kilcawley, K. N., Wilkinson, M. G. and Delahunty, C. M. (2000) 'Sensory and Compositional Relationships Between Commercial Cheddar-flavored Enzyme-modified Cheeses and Natural Cheddar', *Journal of Food Science*, 65(6), pp. 1076–1082. doi: 10.1111/j.1365-

2621.2000.tb09421.x.

- Hur, S. J., Decker, E. A. and Mc-Clements, D. J. (2009) 'Influence of initial emulsifier type on microstructural changes occurring in emulsified lipids during in vitro digestion', *Food Chemistry*, 114(1), pp. 253–262. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.069>.
- Huth, P. J. and Park, K. M. (2012) 'Influence of dairy product and milk fat consumption on cardiovascular disease risk: a review of the evidence.', *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*. American Society for Nutrition, 3(3), pp. 266–85. doi: 10.3945/an.112.002030.
- Irvine, S. L. and Hekmat, S. (2011) 'Evaluation of Sensory Properties of Probiotic Yogurt Containing Food Products with Prebiotic Fibresin Mwanza, Tanzania', *Food and Nutrition Sciences*. Scientific Research Publishing, 2(5), pp. 434–439. doi: 10.4236/fns.2011.25061.
- Isleten, M. and Karagul-Yuceer, Y. (2006) 'Effects of Dried Dairy Ingredients on Physical and Sensory Properties of Nonfat Yogurt', *Journal of Dairy Science*, 89(8), pp. 2865–2872. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72559-0.
- Janiaski, D. R., Pimentel, T. C., Cruz, A. G. and Prudencio, S. H. (2016) 'Strawberry-flavored yogurts and whey beverages: What is the sensory profile of the ideal product?', *Journal of Dairy Science*, 99(7), pp. 5273–5283. doi: 10.3168/jds.2015-10097.
- Kraus, A. (2015) 'Development of functional food with the participation of the consumer . Motivators for consumption of functional products', *International Journal of Consumer Studies*, 39, pp. 2–11. doi: 10.1111/ijcs.12144.
- Kresnowati, M. T. A. P., Suryani, L. and Affifah, M. (2013) 'Improvement of Cocoa Beans Fermentation by LAB Starter Addition', 2(4), pp. 274–278. doi: 10.12720/jomb.2.4.274-278.
- Liu, W. and Shen, Q. (2007) 'Studies on the physicochemical properties of mung bean starch from sour liquid processing and centrifugation', *Journal of Food Engineering*. Elsevier, 79(1), pp. 358–363. doi: 10.1016/J.JFOODENG.2006.01.065.
- Lobato-Calleros, C., Ramirez-Santiago, C., Vernon-Carter, E. J. and Alvarez-Ramirez, J. (2014) 'Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt', *Journal of Food Engineering*, 131. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2014.01.019.
- Lobato-Calleros, C., Sosa-Perez, A., Rodriguez-Tafoya, J., Sandoval-Castilla, O., Perez-Alonso, C and Vernon-Carter, E. (2008) 'Structural and textural characteristics of reduced-fat cheese-like products made from W1/O/W2 emulsions and skim milk', *LWT - Food Science and Technology*. Academic Press, 41(10), pp. 1847–1856. doi: 10.1016/J.LWT.2008.01.006.

- Loksuwan, J. (2007) 'Characteristics of microencapsulated β -carotene formed by spray drying with modified tapioca starch, native tapioca starch and maltodextrin', *Food Hydrocolloids*. Elsevier, 21(5–6), pp. 928–935. doi: 10.1016/J.FOODHYD.2006.10.011.
- Mahdian, E. and Tehrani, M. M. (2007) 'Evaluation the Effect of Milk Total Solids on the Relationship Between Growth and Activity of Starter Cultures and Quality of Concentrated Yoghurt', & *Environ . Sci*, 2(5), pp. 587–592. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Mostafa_Tehrani2/publication/268205039_Evaluation_the_Effect_of_Milk_Total_Solids_on_the_Relationship_Between_Growth_and_Activity_of_Starter_Cultures_and_Quality_of_Concentrated_Yoghurt/links/55a60f2708ae81aec91388db.pdf (Accessed: 17 September 2017).
- Manzocco, L., Calligaris, S. and Nicoli, M. C. (2010) 'Methods for food shelf life determination and prediction', in *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications*. Elsevier, pp. 196–222. doi: 10.1533/9780857090447.1.196.
- Martins, R. C., Lopes, V. V., Vicente, A. A. and Teixeira, J. A. (2008) 'Computational Shelf-Life Dating: Complex Systems Approaches to Food Quality and Safety', *Food and Bioprocess Technology*. Springer-Verlag, 1(3), pp. 207–222. doi: 10.1007/s11947-008-0071-0.
- Min, D. B. and Boff, J. M. (2002) 'Chemistry and Reaction of Singlet Oxygen in Foods', *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1, pp. 58–72.
- Naseem, K., Bibi, N., Raza, S. and Mumtaz, A. (2013) 'Development, characterization and evaluation of high energy biscuits for combating malnourishment among children in Pakistan', *Pakistan J. Agric. Res.*, 26(3), pp. 230–237.
- Oktem, A. (2008) 'Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip-irrigated sweet corn in sustainable agricultural systems - ScienceDirect', *Agricultural Water Management*, 95(9), pp. 1003–1010. doi: 10.1016/j.agwat.2008.03.006.
- Olugbuyiro, A. O. and Oseh, J. . (2011) 'Physico-chemical and Sensory Evaluation of Market Yoghurt in Nigeria', *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(10), pp. 914–918. doi: 10.3923/pjn.2011.914.918.
- Park, S.-H., Kim, S. J., Lee, H. S., Choi, J. H., Jeong, C. M., Sung, M. H., Kim, D. H. and Park, H. J. (2011) 'Improvement of oxygen barrier of oriented polypropylene films coated by gravure ink-containing nanoclays', *Journal of Applied Polymer Science*, 121(3), pp. 1788–1795. doi: 10.1002/app.33457.
- Patel, P., Singh, J., Upadhayay, A. and Rai, D. (2011) 'Developmentt of Sweetened Orange Yoghurt Fortified with Sago', *Indian J Ecol*, 38(2), pp.

281–285. Available at:
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38826253/IJEco.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1505563229&Signature=UzbCyv2NN%2B4lJhFOBaHn8vDXU%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DStudy_on_the_fiscal_upliftment_of_rura (Accessed: 16 September 2017).

- Pescuma, M., Hebert, E. M., Mozzi, F. and de Valdez, G. F. (2010) 'Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria', *International Journal of Food Microbiology*. Elsevier, 141(1–2), pp. 73–81. doi: 10.1016/J.IJFOODMICRO.2010.04.011.
- Raikos, V. (2014) 'Effect of heat treatment on milk protein functionality at emulsion interfaces . A review', *Food hydrocolloids*. Elsevier Ltd, 24(4), pp. 259–265. doi: 10.1016/j.foodhyd.2009.10.014.
- Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E. J. and Alvarez-Ramírez, J. (2010) 'Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties', *Journal of Food Engineering*, 101(3), pp. 229–235. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.06.023.
- Rodsuan, U. Thumthanaruk, B., Kerdchoechuen, O., and Laohakunjit, N. (2016) 'Functional properties of type A gelatin from jellyfish (*Lobonema smithii*)', *International Food Research Journal*, 23(2), pp. 507–514.
- Saccaro, D. A. ., Tamime, A. Y., Pilleggi, Ana Lu Cia O.P, S. and Oliveira, M. N. (2009) 'The viability of three probiotic organisms grown with yoghurt starter cultures during storage for 21 days at 4 C', *International Journal of Dairy Technology*, 62(3), pp. 397–404. doi: 0.1111/j.1471-0307.2009.00497.x.
- Sanchez, J., Ruiz, Y., Auleda, J. M., Hernandez, E. and Raventos, M. (2009) 'Review. Freeze Concentration in the Fruit Juices Industry', *Food Science and Technology International*, 15(4), pp. 303–315. doi: 10.1177/1082013209344267.
- Sanz, C., Olias, R. and Perez, A. G. (2002) 'Quality Assessment of Strawberries Packed with Perforated Polypropylene Punnets During Cold Storage', *Food Science and Technology International*, 8(2), pp. 65–71. doi: 10.1106/108201302024604.
- Schreck, K. and Williams, K. (2006) 'Food preferences and factors influencing food selectivity for children with autism spectrum disorders', *Research in Developmental Disabilities*, 27(4), pp. 353–363. doi: 10.1016/j.ridd.2005.03.005.
- Science, C., Prague, T. and Republic, C. (2015) 'Fermentation of Soymilk by Yoghurt and Bifidobacteria Strains', *Czech J Food Sci*, 33(4), pp. 313–319. doi: 10.17221/115/2015-CJFS.

- Seethalakshmi, M. (2013) 'Probiotic Functional Dairy Foods', *Probiotic Foods*, pp. 77–81.
- Shima, a. R., Salina, H. F., Masniza, M. and Atiqah, a. H. (2012) 'Viability of lactic acid bacteria in home made yogurt containing sago starch oligosaccharides', *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 12(1), pp. 58–62. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.418.8214> (Accessed: 16 September 2017).
- Shori, A. B. and Baba, A. S. (2012) 'Viability of lactic acid bacteria and sensory evaluation in Cinnamomum verum and Allium sativum-bio-yogurts made from camel and cow milk', *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 11(1). doi: 10.1016/j.jaubas.2011.11.001.
- Silva, D. C. G. da, Abreu, L. R. de and Assumpção, G. M. P. (2012) 'Addition of water-soluble soy extract and probiotic culture, viscosity, water retention capacity and syneresis characteristics of goat milk yogurt', *Ciência Rural*. Universidade Federal de Santa Maria, 42(3), pp. 545–550. doi: 10.1590/S0103-84782012000300026.
- Singh, G. and Muthukumarappan, K. (2008) 'Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt', *LWT - Food Science and Technology*, 41(7), pp. 1145–1152. doi: 10.1016/j.lwt.2007.08.027.
- Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R. and Tzia, C. (2007) 'Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality', *Journal of Dairy Science*, 90(6), pp. 2641–2654. doi: 10.3168/jds.2006-802.
- State, B. and State, B. (2016) 'Effect of Natural Fermentation on the Vitamins , Amino Acids and Protein Quality Indices of Sorghum-Based Complementary Foods', pp. 91–100. doi: 10.5251/ajfn.2016.6.3.91.100.
- Supavititpatana, P., Wirjantoro, T. I. and Raviyan, P. (2009) 'Effect of Sodium Caseinate and Whey Protein Isolate Fortification on the Physical Properties and Microstructure of Corn Milk Yogurt', *CMU. J. Nat. Sci*, 8(2), pp. 247–263.
- Supavititpatana, P., Wirjantoro, T. I. and Raviyan, P. (2010) 'Characteristics and Shelf-Life of Corn Milk Yogurt', *CMU. J. Nat. Sci*, 9(1), pp. 133–149.
- Tamime, A. Y., Saarela, M., Sondergaard, A. K., Mistry, V. V. and Shah. N.P (2005) 'Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy product', *Probiotic Dairy Products*, 3, pp. 39–63. doi: 10.1002/9780470995785.ch3.
- Tang, D., Dong, Y., Ren, H., Li, L. and He, C. (2014) 'A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common food mung bean and its sprouts (*Vigna radiata*)', *Chemistry Central*

- Journal*. Springer International Publishing, 8(1), p. 4. doi: 10.1186/1752-153X-8-4.
- Tangsuphoom, N. and Coupland, J. (2008) 'Effect of surface-active stabilizers on the microstructure and stability of coconut milk emulsions', *Food Hydrocolloids*. Elsevier, 22(7), pp. 1233–1242. doi: 10.1016/J.FOODHYD.2007.08.002.
- Torre, L. La, Tamime, A. Y. and Muir, D. D. (2003) 'Rheology and sensory profiling of set-type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures', *International Journal of Dairy Technology*, 56(3), pp. 163–170. doi: 10.1046/j.1471-0307.2003.00098.x.
- Tuorila, H. and Monteleone, E. (2009) 'Sensory food science in the changing society: Opportunities, needs, and challenges', *Trends in Food Science & Technology*. Elsevier, 20(2), pp. 54–62. doi: 10.1016/J.TIFS.2008.10.007.
- Waterman, K. C., Carella, A. J., Gumkowski, M. J., Lukulay, P., MacDonald, B. C., Roy, M. C. and Shamblin, S. L. (2007) 'Improved Protocol and Data Analysis for Accelerated Shelf-Life Estimation of Solid Dosage Forms', *Pharmaceutical Research*. Kluwer Academic Publishers-Plenum Publishers, 24(4), pp. 780–790. doi: 10.1007/s11095-006-9201-4.
- Widyastuti, Y. and Febrisiantosa, A. (2014) 'The Role of Lactic Acid Bacteria in Milk Fermentation', *Food and Nutrition Sciences*, 5, pp. 435–442.
- Wu, J., Du, B., Li, J. and Zhang, H. (2014) 'Influence of homogenisation and the degradation of stabilizer on the stability of acidified milk drinks stabilized by carboxymethylcellulose', *LWT - Food Science and Technology*. Academic Press, 56(2), pp. 370–376. doi: 10.1016/J.LWT.2013.12.029.
- Zamberlin, Š. and Samaržija, D. (2017) 'The effect of non-standard heat treatment of sheep's milk on physico-chemical properties, sensory characteristics, and the bacterial viability of classical and probiotic yogurt', *Food Chemistry*, 225, pp. 62–68. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.001.
- Zhang, W., Li, S., Zhang, B., Drago, S. R. and Zhang, J. (2016) 'Relationships between the gelatinization of starches and the textural properties of extruded texturized soybean protein-starch systems', *Journal of Food Engineering*, 174, pp. 29–36. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2015.11.011.

LAMPIRAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Pelayanan Kekayaan Intelektual (KI) dan Sertifikat Produk
Kampus Gending H.Jl. Dr. Soeparno Karangwangkal Purwokerto 53122 Telp/Fax (0281) 625739
email : central@unsoed.ac.id

No : 1999 /UN23.14.9/2017

Perihal : Bukti Penerimaan Pendaftaran Paten

Yth. Dr.Nur Aini,S.TP.,MP
Fakultas Pertanian
Universitas Jenderal Soedirman

Dengan hormat bersama ini kami beritahukan bahwa Paten yang Bapak/Ibu kirimkan kepada kami dengan :

Inventor :
Dr.Nur Aini,S.TP.,MP

Judul Invensi :
FORMULA YOGHURT DARI JAGUNG, UBI JALAR DAN KACANG
HIJAU

sudah diterima dan dalam proses pendaftaran Hak Paten. Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Purwokerto, 24 Februari 2017
Koordinator Pusat Pelayanan HKI dan
Sertifikasi Produk

Prof. Dr. Ir. Sri Suhermiyati,MS
19480517 197501 2 001

Deskripsi

FORMULA YOGHURT DARI JAGUNG, UBI JALAR DAN KACANG HIJAU

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan formula minuman fungsional berupa yoghurt berbahan baku jagung, ubi jalar, kacang hijau, susu skim, gula, starter dan penstabil.

Latar Belakang Invensi

Yoghurt merupakan satu pangan sumber probiotik yang dapat diklaim sebagai pangan fungsional. Bakteri asam laktat yang terlibat dalam proses fermentasi yoghurt dapat memberikan manfaat positif bagi kesehatan, khususnya menjaga keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan. Pada umumnya, yoghurt dibuat dari susu sapi dengan cara fermentasi, namun yoghurt juga dapat dibuat dari susu nabati. Yoghurt dari susu nabati juga merupakan satu alternatif pangan fungsional bagi masyarakat, khususnya para vegetarian dan penderita *lactose intolerance*.

Pembuatan yoghurt membutuhkan starter untuk merombak substrat menjadi asam laktat. Dalam pembuatan yoghurt rata-rata penggunaan starter adalah 2-5% yang akan menghasilkan kadar asam laktat 0,92-1,17%. Jika penggunaan starter berlebih maka akan memproduksi asam laktat yang berlebih pula sehingga rasa yoghurt yang dihasilkan akan sangat asam. Tetapi jika penggunaan starter terlalu sedikit maka dapat menyebabkan rasa dan aroma yang kurang lezat serta tidak terjadi penggumpalan.

Prebiotik dapat ditambahkan untuk mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat pada yoghurt jagung suplementasi kacang hijau. Prebiotik mempunyai efek utama untuk menstimulasi pertumbuhan *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* dalam usus sehingga meningkatkan daya tahan tubuh terhadap mikroorganisme patogen. penambahan sari ubi jalar pada media pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* dan *Bifidobacterium bifidum* dapat meningkatkan kadar asam laktat setelah terjadinya proses fermentasi karena sari ubi jalar dapat berperan sebagai prebiotik bagi bakteri-bakteri probiotik tersebut.

Untuk mengetahui kebaruan/novelty invensi dilakukan penelusuran beberapa paten untuk invensi sejenis yang sudah dilakukan. Patent tentang yogurt jagung juga ada dengan no paten [CN105212000 \(A\) tanggal 6 Januari 2016](#) tentang yoghurt dari jagung manis mengandung oligosakarida. Pada paten tersebut, bahan baku yang digunakan adalah susu sapi dengan penambahan jagung manis menggunakan starter kefir. Pada invensi yang diajukan, bahan yang digunakan adalah jagung manis, ubi jalar, kacang hijau dan starter campuran dari *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Patent lain yang ada yaitu CN104430879 (A) tanggal 25 Maret 2015 berjudul "Process for producing corn-konjak-flavor probiotik yogurt". Pada patent tersebut, bahan yang digunakan adalah susu sapi ditambah jagung sebagai flavoran serta probiotik dari konjac. Pada invensi ini digunakan bahan baku berupa jagung manis dengan penambahan ubi jalar merah sebagai probiotik dan kacang hijau. Patent tentang yoghurt dari bahan nabati yang lain yaitu nomer patent CN 201510818684 yaitu yogurt susu dengan penambahan kacang merah. Pada patent tersebut, bahan baku yang digunakan adalah susu ditambah kacang merah. Pada invensi ini menggunakan bahan baku jagung manis, kacang hijau dan ubi jalar merah. Patent lain yang berhubungan dengan yoghurt jagung manis adalah nomor CN103535433 (A) tanggal 29

Januari 2014. Pada patent tersebut, bahan baku yang digunakan adalah lembaga jagung yang difermentasi ditambah susu bubuk bebas gula. Pada invensi ini, bahan baku yang digunakan adalah jagung manis ditambah ubi jalar merah dan kacang hijau. Paten lain yang berhubungan dengan yogurt jagung adalah CN 201210482209 tanggal 4 Juni 2014. Pada paten tersebut digunakan jagung manis dan pumpkin sebagai bahan bakunya. Pada invensi ini menggunakan bahan baku jagung, ubi jalar dan kacang hijau. Paten yang lain tentang yogurt jagung adalah CN 201310354282 tanggal 25 Desember 2013. Pada patent tersebut, bahan yang digunakan adalah jagung manis dengan penambahan kulit jeruk sebagai flavoran. Pada invensi ini bahan yang digunakan adalah jagung manis, kacang hijau dan ubi jalar, serta tidak ada penambahan kulit jeruk.

Invensi yang diajukan memiliki keunggulan dibandingkan yoghurt susu sapi yaitu dalam hal kadar lemak, beta karoten dan warna. Kadar lemak produk sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*. Yoghurt susu sapi memiliki kadar lemak lebih tinggi (2,4) sehingga masuk ke kelompok yoghurt biasa. Rendahnya kadar lemak pada yoghurt ini diinginkan oleh kelompok orang-orang tertentu yang ingin mengkonsumsi produk rendah lemak.

Uraian Singkat Invensi

Invensi ini berhubungan dengan formula minuman fungsional berupa yoghurt berbahan baku jagung, ubi jalar, dan kacang hijau.

Formula yogurt jagung terdiri dari jagung manis, kacang hijau, ubi jalar, strain *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, susu skim, gula pasir dan penstabil.

Kelebihan produk ini adalah kadar lemak sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*.

Uraian Lengkap Invensi

Yoghurt merupakan satu pangan sumber probiotik yang dapat diklaim sebagai pangan fungsional. Bakteri asam laktat yang terlibat dalam proses fermentasi yoghurt dapat memberikan manfaat positif bagi kesehatan, khususnya menjaga keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan (Doyon dan Labrecque, 2008).

Pada umumnya, yoghurt dibuat dari susu sapi dengan cara fermentasi, namun yoghurt juga dapat dibuat dari susu nabati (Supavititpatana *et al.*, 2010). Yoghurt dari susu nabati juga merupakan satu alternatif pangan fungsional bagi masyarakat, khususnya para vegetarian dan penderita *lactose intolerance*. Alternatif susu nabati yang memiliki potensi untuk diolah menjadi yoghurt adalah susu jagung. Kelebihan susu jagung dibandingkan dengan susu sapi atau susu kedelai adalah bahan bakunya mudah didapat dengan harga murah, tidak menyebabkan *lactose intolerance*, mengandung serat dan vitamin A tinggi serta rendah lemak. Susu jagung memiliki kelemahan yaitu rendah protein (3,12 %), dan adanya asam amino pembatas yaitu lysine

Satu alternative sumber protein nabati untuk meningkatkan kadar protein adalah kacang hijau, yang mempunyai kadar protein 22 persen. Kacang hijau mempunyai kadar lysine cukup tinggi yaitu 595 mg sehingga penggabungan dengan jagung dapat melengkapi kandungan asam aminonya. Keunggulan lain yaitu memiliki kadar natrium sangat rendah, nyaris bebas lemak jenuh, serta bebas kolesterol. Kacang hijau juga merupakan sumber serat yang baik (Liu dan Shen, 2007).

Formula untuk invensi pembuatan minuman fungsional yoghurt jagung manis ini adalah jagung manis, kacang hijau, ubi jalar, gula, strain *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*

Formula untuk invensi pembuatan minuman fungsional yoghurt jagung manis adalah sebagai berikut:

1. Formula minuman fungsional yoghurt jagung terdiri dari:
 - a. Ekstrak jagung manis, dengan komposisi 100 persen
 - b. Ekstrak kacang hijau, dengan komposisi 20 sampai 60 persen dari ekstrak jagung manis
 - c. Ekstrak ubi jalar, dengan komposisi 5 sampai 25 persen dari ekstrak jagung manis.
 - d. Gula pasir, dengan komposisi 10 persen dari ekstrak jagung manis.
 - e. Susu skim, dengan komposisi 5 sampai 20 persen dari ekstrak jagung manis.
 - f. Starter berupa campuran *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, dengan komposisi 5 persen terhadap total bahan.
 - g. Bahan penstabil dengan komposisi 0,1 sampai 1 persen terhadap total bahan.
2. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada point 1, dengan penambahan ekstrak kacang hijau paling disukai adalah 30 persen.
3. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada point 1, dimana ada penambahan ekstrak ubi jalar, dan terbaik adalah ekstrak ubi jalar merah.

4. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada point 1, ada ekstrak ubi jalar, yang disukai 10 persen.
5. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada point 1, strain yang ditambahkan dapat berupa *Streptococcus thermophilus* dan atau *Lactobacillus bulgaricus*), atau campuran keduanya, yang disukai adalah campuran keduanya dengan perbandingan 1:1.
6. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada point 1, dimana bahan penstabil yang paling disukai adalah carboxymethylcellulosa (CMC).
7. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada point 1, dimana bahan penstabil yang paling disukai sebesar 0,1 persen.

Yoghurt memiliki pH yang lebih rendah (3,88) daripada yoghurt susu sapi (4,17). Hasil ini didukung sifat sensoris bahwa rasa yoghurt sedikit lebih asam (3,39) daripada yoghurt susu sapi (3,4). Keasaman yang lebih tinggi dimungkinkan karena bahan nabati yang digunakan (jagung manis, kacang hijau, dan ubi jalar merah) lebih meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat dalam fermentasi daripada susu pada yoghurt komersial. Karakteristik invensi formula yoghurt jagung dibandingkan dengan yoghurt susu sapi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan invensi yoghurt jagung manis dan yoghurt susu sapi

Variabel	Yoghurt jagung	Yoghurt susu sapi
----------	----------------	-------------------

pH	3,88	4,17
Viskositas (cP)	261,5	924
Asam laktat (%)	0,87	1,23
Lemak (%)	0,05	2,4
Total padatan terlarut (°Brix)	19,1	19,4
Protein total (%)	3,23	4,16
Aroma	3,08	4,25
Warna	3,34	1
Tekstur	3,4	4,45
Rasa asam	3,39	3,4
Kesukaan	3,6	4,1

Kelebihan produk ini dibandingkan yoghurt susu sapi yaitu kadar lemak, beta karoten dan warna. Kadar lemak produk sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*. Kadar beta karoten yoghurt sebesar 900 µg (32,967 SI) per 100 ml produk dan yoghurt memiliki warna merah sehingga tidak perlu pewarna tambahan.

Klaim

1. Formula minuman fungsional yoghurt jagung terdiri dari:
 - a. Ekstrak jagung manis, dengan komposisi 100 persen
 - b. Ekstrak kacang hijau, dengan komposisi 20 sampai 60 persen dari ekstrak jagung manis
 - c. Ekstrak ubi jalar, dengan komposisi 5 sampai 25 persen dari ekstrak jagung manis.
 - d. Gula pasir, dengan komposisi 10 persen dari ekstrak jagung manis.
 - e. Susu skim, dengan komposisi 5 sampai 20 persen dari ekstrak jagung manis.
 - f. Starter berupa campuran *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, dengan komposisi 5 persen terhadap total bahan.
 - g. Bahan penstabil dengan komposisi 0,1 sampai 1 persen terhadap total bahan.
2. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada klaim 1, dengan penambahan ekstrak kacang hijau paling disukai adalah 30 persen.
3. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada klaim 1, dimana ada penambahan ekstrak ubi jalar, dan paling disukai adalah ekstrak ubi jalar merah.
4. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada klaim 1, ekstrak ubi jalar yang paling disukai sebesar 10 persen.
5. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada klaim 1, strain yang ditambahkan dapat berupa *Streptococcus thermophilus* dan atau

Lactobacillus bulgaricus), atau campuran keduanya, yang disukai adalah campuran keduanya dengan perbandingan 1:1.

6. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada klaim 1, dimana bahan penstabil yang paling disukai adalah carboxymethylcellulosa (CMC).
7. Formula minuman fungsional yoghurt jagung seperti pada klaim 1, dimana bahan penstabil yang paling disukai sebesar 0,1 persen.

Abstrak

FORMULA YOGHURT DARI JAGUNG, UBI JALAR DAN KACANG HIJAU

Invensi ini berhubungan dengan formula penggunaan jagung, ubi jalar, dan kacang hijau sebagai bahan baku minuman sinbiotik. Bahan-bahan untuk invensi pembuatan minuman sinbiotik terdiri dari susu jagung, ekstrak kacang hijau, ekstrak ubi jalar, gula, susu skim, strain campuran (*Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*), dengan perbandingan 10:3:1:1:1,5:0,5. Kelebihan produk ini dibandingkan yoghurt susu sapi yaitu kadar lemak, beta karoten dan warna. Kadar lemak produk sangat rendah (0,05 persen) sehingga dapat digolongkan ke dalam *non fat yoghurt*. Kadar beta karoten yoghurt sebesar 900 µg (32,967 SI) per 100 ml produk dan yoghurt memiliki warna merah sehingga tidak perlu pewarna tambahan.







