

**OPTIMASI FORMULA MINUMAN PROBIOTIK SARI BUAH TERUNG
BELANDA (*Solanum bataceum Cav.*) DENGAN BAKTERI *Lactobacillus
plantarum* MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE
*MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Asep Anwar Hidayat

14.302.0370



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

**OPTIMASI FORMULA MINUMAN PROBIOTIK SARI BUAH TERUNG
BELANDA (*Solanum bataceum Cav.*) DENGAN BAKTERI *Lactobacillus
plantarum* MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE
*MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir

Program Studi Teknologi Pangan

Oleh :

Asep Anwar Hidayat

14.302.0370

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Neneng Suliasih, MP.)

(Istiyati Inayah, S.Si., M.Si.)

**OPTIMASI FORMULA MINUMAN PROBIOTIK SARI BUAH TERUNG
BELANDA (*Solanum bataceum Cav.*) DENGAN BAKTERI *Lactobacillus
plantarum* MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE
*MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir

Program Studi Teknologi Pangan

Oleh :

Asep Anwar Hidayat

14.302.0370

Mengetahui

Koordinator Tugas Akhir

Program Studi Teknologi Pangan

Fakultas Teknik

Universitas Pasundan

Bandung

(Ira Endah Rohima, S.T., M.Si)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, beserta para keluarga dan para sahabatnya juga mudah-mudahan sampai kepada kita selaku umatnya.

Tugas akhir dengan judul “**Optimasi Formula Minuman Probiotik Sari Buah Terung Belanda (*Solanum bataceum Cav.*) Dengan Bakteri *Lactobacillus plantarum* Menggunakan Design Expert Metode Mixture D-Optimal**” disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan sidang sarjana di Program Studi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.

Selama penyusunan laporan ini tentu banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil, dengan bantuan do'a dan bimbingan membantu kelancaran penyusunan laporan ini. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ir. Neneng Suliasih, MP. Selaku pembimbing utama yang senantiasa meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran kepada penulis selama penyusunan tugas akhir.
2. Istiyati Inayah, S.Si., M.Si. selaku pembimbing pendamping yang senantiasa meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran kepada penulis selama penyusunan tugas akhir.

3. Dr. Ir. Nana Sutisna Achyadi. M. Sc. selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk penelitian ini.
4. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.
5. Dr. Tantan Widiantara, ST., MT. selaku Sekertaris Jurusan Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.
6. Ira Indah Rohima, ST., M.Si. selaku koordinator tugas akhir Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
7. Keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik materi maupun non materi kepada penulis.
8. Khairunnasa Wizdjanul Wahyu dan Najmi Muna beserta Asisten Laboratorium Mikrobiologi Pangan yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan dukungan kepada penulis sampai selesainya tugas akhir ini.

Semoga kebaikan dan bantuannya mendapat balasan dari Allah Swt. Semoga kelak hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan dengan kerendahan hati penulis memohon maaf apabila masih ada kekurangan yang tidak dalam laporan ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Kerangka Pemikiran.....	6
1.6. Hipotesis Penelitian	13
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1. Minuman Probiotik	14
2.2. Fermentasi.....	15
2.3. <i>Lactobacillus plantarum</i>	17
2.4. Buah Terung Belanda	19
2.5. Sukrosa.....	22
2.6. <i>Design Expert</i> Metode <i>D-Optimal</i>	23
III METODOLOGI PENELITIAN	27

3.1. Bahan dan Alat.....	27
3.2. Metode Penelitian	28
3.3. Prosedur Penelitian	34
3.4. Jadwal Penelitian	42
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1. Penelitian Pendahuluan.....	43
4.2. Penelitian Utama.....	45
V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5. 1.KESIMPULAN.....	56
5. 2.SARAN.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Gizi Terung Belanda	21
2. Komposisi Gula Pada Buah Terung Belanda	21
3. Penentuan Variabel Berubah dan Variabel Tetap.....	29
4. Formulasi Minuman Probiotik Sari Buah Terung Belanda	32
5. Jadwal Penelitian	42
6. Hasil Analisis Bahan Baku	43
7. Hasil Analisis Jumlah BAL Seluruh Formula	45
8. Hasil Analisis Antosianin Untuk Seluruh Formula	49
9. Perbandingan Prediksi <i>Design Expert</i> dengan Hasil Analisis Laboratorium Pada Formula terpilih.....	54
10. Hasil Analisis Lanjutan Formula Terpilih	54
11. Kebutuhan Bahan dan Alat Untuk Penelitian	66
12. Kebutuhan Alat dan Bahan Untuk Analisis.....	67
13. Formulasi Minuman Probiotik Terung Belanda (b/v)	67
14. Jumlah Bakteri Dalam Skala McFarland.....	68
15. Hasil Analisis Jumlah BAL dan pH Seluruh Formula.....	73
16. Hasil Analisis Kadar Antosianin Seluruh Formula	74
17. Syarat Mutu Minuman Hasil Fermentasi (SNI 7552:2009)	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman Terung Belanda.....	20
2. Penentuan bahan beserta batasan penggunaannya.....	30
3. Penentuan Model Yang Akan Digunakan	31
4. Penentuan Respon Yang Digunakan	31
5. Formulasi Minuman Probiotik Sari Buah Terung Belanda	32
6. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan	39
7. Diagram Alir Penentuan Formula Menggunakan Design Expert.....	40
8. Diagram Alir Pembuatan Produk Minuman Probiotik Terung Belanda	41
9. Jumlah BAL Seluruh Formula.....	46
10. Kadar Antosianin Seluruh Formula	50
11. Formulasi Optimal yang Dihasilkan Software Design Expert	52
12. Desirability Formula Terpilih	53
13. Produk Dengan Formula Terpilih.....	55
14. Prosedur Pengujian TPC.....	69
15. Prosedur Pengujian Kadar Asam Laktat.....	69
16. Prosedur Pengujian pH	70
17. Matrix korelasi Konsentrat Protein Kedelai dan BAL	71
18. Hasil ANOVA Untuk Respon Jumlah BAL	72
19. Hasil ANOVA Untuk Respon Kadar Antosianin.....	72
20. Dokumentasi pembuatan Produk	82
21. Dokumentasi Hasil Analisis Jumlah BAL.....	83
22. Sampel Pengujian Antosianin.....	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Penentuan Batas Atas Konsentrat Protein Kedelai.....	64
2. Kebutuhan Alat dan Bahan Untuk Penelitian.....	65
3. Kebutuhan Alat dan Bahan Untuk Analisis.....	67
4. Formulasi Minuman Probiotik Terung Belanda Basis 100g.....	67
5. Tahapan Pembuatan Starter.....	68
6. Prosedur Analisis <i>Total Plate Count</i>	69
7. Prosedur Pengujian Kadar Asam Laktat.....	69
8. Prosedur Pengujian pH.....	70
9. Prosedur Penetapan Kadar Antosianin.....	70
10. Formulir Uji Organoleptik (Uji Hedonik).....	71
11. <i>Matrix</i> Korelasi Konsentrat Protein Kedelai Dengan Jumlah BAL.....	71
12. Tabel <i>ANOVA</i> Respon Jumlah BAL dan Antosianin.....	72
13. Perhitungan Jumlah BAL.....	73
14. Perhitungan Kadar Antosianin.....	74
15. Syarat Mutu Minuman Hasil Fermentasi.....	75
16. Data Hasil Organoleptik Atribut Warna.....	76
17. Data Hasil Organoleptik Atribut Aroma.....	78
18. Data Hasil Organoleptik Atribut Rasa.....	80
19. Dokumentasi Proses Pembuatan Produk.....	82
20. Dokumentasi Hasil Analisis Jumlah BAL.....	83
21. Dokumentasi Sampel Pengujian Antosianin.....	84

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan formula optimal dari minuman probiotik sari buah terung belanda dengan menggunakan program *design expert* metode *d-optimal*.

Penelitian yang dilakukan meliputi dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan yaitu analisis kadar gula, analisis protein, analisis serat, pengukuran total padatan terlarut dan pengukuran pH terhadap jus buah terung belanda (perbandingan buah dan air 1:2) dan analisis protein pada konsentrat protein kedelai. Penelitian utama menentukan formula optimal dari minuman probiotik sari buah terung belanda.

Program *design expert* metode *d-optimal* pada pembuatan minuman probiotik jus terung belanda menghasilkan 16 formula dengan respon total bakteri asam laktat dan kadar antosianin. Hasil analisis menunjukan pengaruh signifikan 16 formula terhadap seluruh respon. Program *design expert* metode *d-optimal* menghasilkan 1 formula optimal dengan variabel berubah jus terung belanda 88,317%, sukrosa 9,683 %, konsentrat protein kedelai 0% dan variabel tetap starter 2%.

Kata kunci : Formulasi Minuman Probiotik, Terung Belanda, *Design Expert*, *Lactobacillus plantarum*, Antosianin.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the optimum formula of probiotic drinks tamarillo fruit juice using the program design expert methods of d-optimal.

Research conducted includes two stages, namely the preliminary research and primary research. Preliminary research, namely the analysis of the levels of sugar, protein analysis, analysis of the fiber, the measurement of total dissolved solids and pH measurements on tamarillo fruit juice (fruit and water ratio 1:2) and analysis of proteins at the soy protein isolate. The primary research to determine the optimum formula of probiotic fruit drink tamarillo.

Program design expert methods of d-optimal on making tamarillo juice probiotic drinks produce 16 formula with response total lactic acid bacteria and anthocyanin levels. The results of the analysis indicate a significant influence of 16 formula of the entire response. The program design expert d-optimal methods produce 1 optimum formula with variable change tamarillo juice 88,317 %, sucrose 9,683 %, soy protein concentrat 0% and variable remain the starter 2 %.

Keywords : Formulation of Probiotic Drinks, Tamarillo, Design Expert, Lactobacillus plantarum, Anthocyanin

I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang Penelitian, (2) Identifikasi Masalah, (3) Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Buah terung belanda atau dalam bahasa Inggris disebut *tree tomato* atau *tamarillo* merupakan buah yang berasal dari pegunungan Andes di Amerika Selatan. Buah terung belanda ini berbentuk seperti telur dengan diameter 5-6 cm mempunyai kulit berwarna hijau keabuan pada saat mentah dan akan menjadi merah keunguan atau kuning pada saat buah tersebut matang (Asvita & Berawi, 2016).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) produksi terung belanda di Indonesia pada tahun 2010 adalah 482.305 ton, tahun 2011 adalah 519.481 ton dan tahun 2012 adalah 518.448 ton (BPS, 2013). Walaupun bahan baku terung belanda cukup memadai akan tetapi produk olahan dari terung belanda tersebut masih sedikit. Produk olahan terung belanda yang telah ada di pasaran seperti selai terung belanda dan sirup terung belanda. Kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai teknologi pengolahan dapat menjadi salah satu alasan pengembangan produk olahan terung belanda ini tidak begitu banyak. Disisi lain kandungan gizi dari terung belanda ini cukup tinggi akan tetapi hanya sebagian orang yang tahu mengenai terung belanda ini.

Berdasarkan anjuran kecukupan konsumsi sayur dan buah dalam konteks gizi seimbang dan anjuran WHO, diperoleh gambaran bahwa sebanyak 97,1% penduduk Indonesia kurang mengonsumsi sayur dan buah. Kelompok umur tertinggi yang kurang mengonsumsi buah dan sayur adalah kelompok usia remaja (98,4%). Demikian juga kelompok dewasa (96,9%) dan lanjut usia (97,2%) (Hermina & Prihatini, 2014). Hal tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya disebabkan karena kejenuhan masyarakat akan konsumsi buah dan sayur segar dan sedikitnya keanekaragaman produk olahan buah dan sayur. Maka dari itu salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara membuat produk minuman probiotik yang berbasis non dairy seperti minuman fermentasi sari buah terung belanda.

Minuman probiotik adalah produk yang mengandung mikroorganisme hidup yang dikonsumsi oleh manusia, hewan atau unggas dalam jumlah tertentu untuk menghasilkan efek menyehatkan dan berada dalam nutrisi yang umum. Probiotik adalah kelompok mikroba yang dapat membantu secara langsung untuk meningkatkan ketahanan tubuh terhadap patogen usus dan pencegahan timbulnya penyakit (Sopandi & Wardah, 2014). Minuman probiotik pada umumnya berbahan dasar susu. Walaupun banyak penelitian yang menyatakan bahwa susu yang sudah difermentasi dapat menjadi alternatif bagi penderita *lactose intoleran*, akan tetapi tidak menutup kemungkinan penderita *lactose intoleran* masih memiliki rasa khawatir untuk mengonsumsi minuman probiotik berbasis susu tersebut maka dari itu untuk mengatasi masalah tersebut dapat ditangani dengan minuman probiotik berbasis buah dan sayur seperti minuman fermentasi sari buah terung belanda agar

penderita *lactose intoleran* dapat mengonsumsi minuman probiotik tanpa rasa khawatir. Di sisi lain menurut Widjayanti dkk. (2012) pengembangan minuman kesehatan yang mengandung probiotik dari bahan berbasis buah dan sayur belum banyak dikembangkan. Hal ini terkait dengan kegunaan pangan fungsional yang pada hakekatnya harus mampu diakses oleh berbagai kalangan. Adanya fenomena vegetarian, alergi pada produk berprotein serta nilai ekonomis susu yang cukup tinggi, menyebabkan produk probiotik berbahan dasar susu masih belum dapat diakses oleh berbagai kalangan.

Penggunaan bahan baku berbasis buah dan sayur pada pembuatan minuman probiotik mulai lebih diminati terutama yang menggunakan bahan baku dari jus buah dikarenakan jus buah tersebut memiliki profil rasa yang menarik bagi semua kalangan dan dianggap makanan yang sehat dan menyegarkan (Espinoza et al. 2010). Buah-buahan dan sayuran juga mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme seperti karbohidrat, protein, air dan lain lain akan tetapi ketersediaan nutrisi dalam buah dan sayur tidak selalu sepenuhnya dapat menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme maka dari itu diperlukan penambahan nutrisi dari luar agar pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan lebih baik. Selain itu penelitian mengenai mikroorganisme untuk memfermentasi substrat berbasis buah dan sayur telah banyak dilakukan. Beberapa bakteri yang sudah umum digunakan sebagai bakteri probiotik untuk memfermentasi substrat berbasis buah dan sayur yaitu dari spesies *Lactobacillus* seperti *Lactobacillus plantarum* dan dari spesies *Leuconostoc* seperti *Leuc. mesenteroides* (Cleveland et al., 2001).

Menurut Naibaho (2013) buah terung belanda memiliki pH berkisar antara 3,17 sampai 3,80. Rendahnya pH ini dapat mempengaruhi pertumbuhan dari mikroorganisme yang digunakan oleh karena itu perlu ada upaya untuk menaikkan pH substrat agar mikroorganisme dapat tumbuh secara optimal. Upaya yang dapat dilakukan untuk menaikkan pH tersebut seperti dengan melakukan pengenceran atau dengan penambahan senyawa basa. Akan tetapi proses pengenceran dan penambahan senyawa basa tersebut dapat mempengaruhi kandungan nutrisi maupun sifat organoleptik pada substrat oleh karena itu perlu ada asupan nutrisi dari luar yang ditambahkan pada substrat. Namun perlu adanya pengontrolan akan senyawa yang ditambahkan kedalam substrat agar substrat yang dipakai dapat memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan dari mikroorganisme yang digunakan. Maka dari itu perlu adanya serangkaian proses untuk mengoptimalkan substrat atau medium fermentasi yang dipakai.

Proses optimasi adalah suatu pendekatan normative untuk mengidentifikasi penyelesaian terbaik dalam pengambilan keputusan suatu permasalahan. Optimasi bertujuan untuk meminimalisir usaha yang diperlukan atau biaya operasional dan memaksimalkan hasil yang diinginkan. Jika usaha yang diperlukan atau hasil yang diharapkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari sebuah keputusan, maka optimasi dapat didefinisikan sebagai proses pencapaian kondisi maksimum atau minimum dari fungsi tersebut (Sahid, 2015).

Optimasi formula dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan formula matematis dan metode numerik untuk menemukan dan mengidentifikasi kandidat terbaik. Penentuan optimasi formula dapat dilakukan dengan berbagai metode

diantaranya menggunakan pemrograman linier, penggunaan *software* lindo, fasilitas *solver* pada microsoft excel dan *software design expert* metode *mixture D-optimal* (Sinaga, 2017).

Berdasarkan uraian diatas, untuk mendapatkan produk minuman probiotik sari buah terung belanda yang optimal maka diperlukan serangkaian penelitian untuk mendapatkan formula yang paling optimum agar didapatkan produk sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu cara untuk mendapatkan formula yang optimum tersebut bisa dengan menggunakan bantuan *software design expert* metode *mixture D-optimal*.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut : Apakah penggunaan program *design expert* metode *mixture D-optimal* dapat menghasilkan formula yang optimal dalam pembuatan minuman probiotik sari buah terung belanda?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menginformasikan formula yang optimum dalam pembuatan minuman probiotik sari buah terung belanda sehingga didapatkan produk minuman probiotik dengan kerapatan selnya tidak kurang dari 10^6 CFU/mL.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui formula yang optimal pada pembuatan minuman probiotik sari buah terung belanda serta mengetahui

jumlah bakteri asam laktat (BAL) yang hidup dan juga kandungan asam laktat pada produk minuman probiotik sari buah terung belanda yang dihasilkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memperoleh manfaat yaitu :

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai optimasi formula minuman probiotik sari buah terung belanda dengan menggunakan *design expert* metode *mixture D-optimal*.
2. Memberikan alternatif minuman probiotik berbasis *non dairy* terutama bagi vegetarian dan masyarakat yang mengalami *lactose intoleran*
3. Sebagai upaya meningkatkan penganekaragaman produk nabati di Indonesia sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis dari bahan baku yang digunakan

1.5. Kerangka Pemikiran

Minuman probiotik adalah produk yang mengandung mikroorganisme hidup yang dikonsumsi oleh manusia, hewan atau unggas dalam jumlah tertentu untuk menghasilkan efek menyehatkan dan berada dalam nutrisi yang umum. Probiotik adalah kelompok mikroba yang dapat membantu secara langsung untuk meningkatkan ketahanan tubuh terhadap patogen usus dan pencegahan timbulnya penyakit (Sopandi & Wardah, 2014).

Menurut Widjayanti dkk. (2012) pengembangan minuman kesehatan yang mengandung probiotik dari bahan berbasis buah dan sayur belum banyak dikembangkan. Hal ini terkait dengan kegunaan pangan fungsional yang pada hakekatnya harus mampu diakses oleh berbagai kalangan. Adanya fenomena

vegetarian, alergi pada produk berprotein serta nilai ekonomis susu yang cukup tinggi, menyebabkan produk probiotik berbahan dasar susu masih belum dapat diakses oleh berbagai kalangan.

Menurut Buckle et al., (1985) fermentasi adalah perubahan kimia dalam bahan pangan yang disebabkan oleh enzim. Enzim yang berperan dapat dihasilkan oleh mikroorganisme atau enzim yang telah ada dalam bahan pangan itu sendiri.

Pada suatu medium fermentasi agar dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme maka medium fermentasi tersebut minimal harus mengandung sumber karbon dan nitrogen yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Menurut Lister et al., (2005), didalam 100g buah terung belanda terkandung gula fruktosa 1 g, glukosa 0,9 g, dan sukrosa sebesar 1,8 gram. Kadar gula tersebut dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan bakteri asam laktat pada proses fermentasi. Kekurangan kadar gula pada jus terung belanda dapat diatasi dengan penambahan sukrosa dari luar. Terung belanda juga mengandung protein sebanyak 2,0 g/100g yang dapat digunakan sebagai sumber nitrogen oleh bakteri asam laktat untuk pertumbuhannya. Rendahnya pH pada terung belanda dapat diatasi dengan penambahan senyawa basa atau bisa juga dilakukan pengenceran pada substrat fermentasi agar *Lactobacillus plantarum* dapat tumbuh optimal yaitu pada pH 5,3-5,6.

Menurut Molin (2001) *Lactobacillus plantarum* merupakan golongan bakteri asam laktat yang sudah terbukti sebagai probiotik dan mampu memfermentasi bahan *non dairy*. Bakteri *Lactobacillus plantarum* juga mampu

memfermentasi buah-buahan dengan pH rendah seperti buah terung belanda dimana menurut Naibaho (2013) buah terung belanda memiliki pH berkisar antara 3,17 – 3,80.

Pengembangan formula menjadi hal yang sangat penting sehingga dapat menghasilkan produk pangan yang bisa diterima oleh masyarakat terutama dari segi sensorinya (Saleha, 2016). Dalam pembuatan minuman probiotik sari buah terung belanda, pengenceran substrat fermentasi dan penambahan gula akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat yang digunakan serta mempengaruhi karakteristik dari produk yang dihasilkan terutama dari segi rasa.

Menurut Hartati, et al. (2012), penambahan gula pada susu sebelum proses fermentasi dapat meningkatkan viabilitas bakteri asam laktat. Namun menurut Tamime (2006), konsentrasi gula yang terlalu tinggi justru dapat menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat. Sintasari dkk., (2014) menyatakan bahwa selama proses fermentasi bakteri asam laktat memiliki batasan optimal untuk memanfaatkan gula sebagai sumber energi sehingga tidak semua gula yang terkandung dalam produk dapat di fermentasi menjadi asam laktat. Akibatnya jumlah gula yang tersisa akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah gula yang ditambahkan ke dalam produk.

Dante dkk. (2016) menyatakan bahwa bakteri asam laktat (BAL) dapat beraktivitas secara optimum pada substrat susu kulit pisang kapok dan kacang hijau dengan penambahan sukrosa sebanyak 7,5% dengan total BAL sebanyak $7,3 \times 10^9$ CFU/mL sedangkan total BAL dengan penambahan sukrosa dibawah 7,5% dan

diatas 7,5% mengalami penurunan (populasi BAL lebih sedikit). Pada konsentrasi sukrosa 7,5% jumlah gula yang tersedia dalam bahan mencukupi bagi BAL untuk beraktivitas secara maksimal. Bylund (1995) menyatakan bahwa penambahan sukrosa yang terlalu banyak kedalam minuman fermentasi sebelum periode inokulasi atau inkubasi mempunyai efek yang kurang baik pada aktivitas bakteri karena konsentrasi sukrosa yang tinggi akan mengubah tekanan osmotik dan menurunkan *water activity* sehingga bakteri mengalami lisis.

Rakin et al., (2007) melaporkan bahwa jus sayuran dapat diperkaya dengan ragi bir *autolysate* sebelum dilakukan fermentasi untuk meningkatkan jumlah bakteri asam laktat selama fermentasi. *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus delbrueckii* mampu bertahan dari pH rendah dan keasaman tinggi dengan jumlah populasi sel sebanyak $10^5 - 10^7$ CFU/mL setelah disimpan selama 4 minggu pada suhu 4°C sedangkan *Lactobacillus casei* kehilangan viabilitas sel sepenuhnya setelah disimpan selama 2 minggu pada suhu 4°C.

Rizal dkk. (2016) melakukan penambahan susu skim steril sebanyak 10% (b/v) dan penambahan glukosa steril sebanyak 3% (b/v) untuk memfermentasi sari buah nenas menggunakan bakteri asam laktat. Susu skim dan glukosa tersebut ditambahkan sebagai sumber nitrogen dan sumber karbon untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Dalam penelitiannya didapatkan hasil nilai total asam laktat pada minuman fermentasi sari buah nenas berkisar antara 2,0% - 3,5% dimana sari buah nenas yang tidak dilakukan fermentasi oleh bakteri asam laktat memiliki nilai total asam laktat sebesar 1,2%. Nilai total asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri *Lactobacillus casei* pada minuman fermentasi sari nenas berbeda nyata dengan

kontrol. Nilai total asam laktat yang tinggi ini disebabkan pada waktu inkubasi terjadi perombakan glukosa oleh bakteri asam laktat menjadi asam piruvat melalui jalur Embden Meyerhof – Parnas (EMP) menjadi asam laktat.

Yoon et al. (2004) melakukan penelitian untuk membuat minuman probiotik menggunakan substrat jus tomat dengan bakteri *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus delbrueckii* dan didapatkan hasil bahwa bakteri yang digunakan tersebut mampu memfermentasi jus tomat tanpa penambahan nutrisi dari luar meskipun jus tomat memiliki nilai pH awal 4,1 akan tetapi semua kultur bakteri yang dipakai dapat hidup dan memfermentasi substrat jus tomat dan mengakibatkan penurunan pH menjadi 3,5 setelah di inkubasi selama 72 jam. Kultur tersebut tumbuh dengan cepat dan mencapai populasi sel sebanyak 10^8 CFU/mL (dari starter awal 10^5 CFU/mL) setelah di inkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C . Dalam penelitian tersebut dilaporkan bahwa bakteri *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus delbrueckii* dapat digunakan sebagai starter pada pembuatan minuman probiotik dengan substrat jus tomat dikarenakan bakteri tersebut masih hidup setelah di simpan selama 4 minggu pada suhu 4°C . sedangkan pada substrat yang berbeda seperti jus kubis tanpa penambahan senyawa lain, bakteri *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus delbrueckii* juga dapat tumbuh dengan cepat dan mencapai populasi sel sebanyak 10^8 CFU/mL setelah di inkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C . *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus delbrueckii* menghasilkan keasaman yang dapat dititrasi secara

signifikan (1%) yang dinyatakan sebagai asam laktat dibandingkan dengan *Lactobacillus casei* (0,74%).

Optimasi bertujuan menurunkan usaha yang diperlukan atau biaya operasional dan meningkatkan hasil yang diinginkan. Jika usaha yang diperlukan atau hasil yang diharapkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari sebuah keputusan, maka optimasi dapat didefinisikan sebagai proses pencapaian kondisi maksimum atau minimum dari fungsi tersebut. Optimasi pada salah satu atau seluruh aspek produk adalah tujuan dari pengembangan produk. Hasil evaluasi sensori sering digunakan dalam menentukan apakah produk yang optimum telah dikembangkan dengan benar (Saleha, 2016).

Penentuan optimalisasi formula dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya metode *simplex* dengan pemrograman linier, *software* lindo, fasilitas *solver* pada microsoft excel, dan *design expert* metode *mixture D-optimal* (Wulandari, 2016 dalam Taufik dkk., 2017).

Design expert digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut. *Design expert* menyediakan beberapa pilihan *design* dengan fungsinya masing-masing, salah satunya adalah *mixture design* yang berfungsi untuk menemukan formula optimal (Bas dan Boyaci, 2007 dalam Taufik dkk., 2017).

Design Expert 10.0 merupakan perangkat lunak yang menyediakan rancangan percobaan (*design of experiment*) untuk melakukan optimasi rancangan produk dan proses. Program komputer ini memberikan beberapa rancangan produk

dan proses dan beberapa rancangan statistik yang digunakan di dalam proses optimasi setiap *Factorial design*, *Respon surface*, *Mixture design*, *Combined design* (*Combine process variables, mixture components, and categorical factors*) (Saleha, 2016).

D-optimal merupakan pilihan *design* dalam *mixture* yang bersifat fleksibel dimana apabila semua pilihan *design* dalam *mixture* mengalami kendala maka program akan menyarankan menggunakan *D-optimal*. Proses optimasi adalah suatu pendekatan alternatif normatif untuk mengidentifikasi penyelesaian terbaik dalam pengambilan keputusan suatu permasalahan. Melalui optimasi, permasalahan akan diselesaikan untuk mendapatkan hasil yang terbaik sesuai dengan batasan yang diberikan (Sahid, 2015).

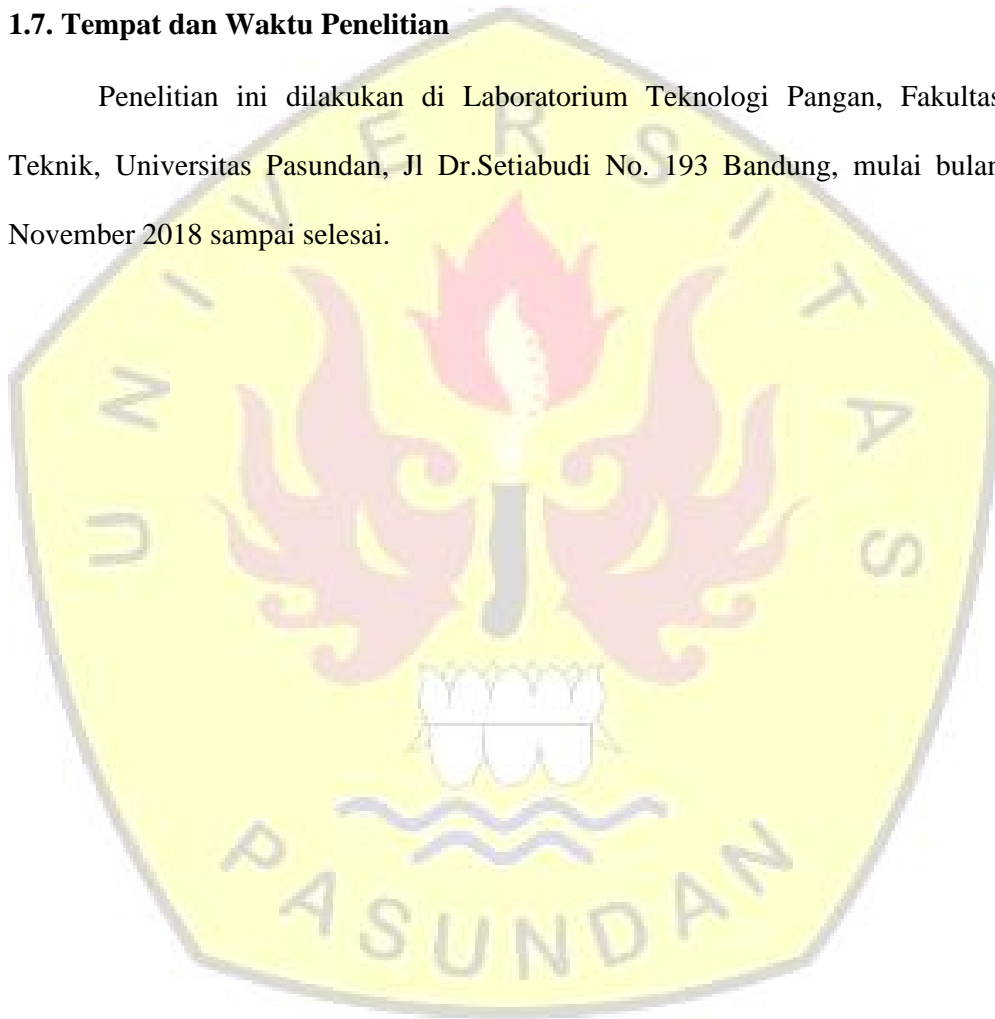
Metode *mixture experiment* sering kali diterapkan dalam mengoptimasi formula suatu produk. *Mixture experiment* merupakan kumpulan dari teknik matematika dan statistika yang berguna untuk pemodelan dan analisa masalah suatu respon yang dipengaruhi oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah mengoptimalkan respon tersebut. Respon yang digunakan dalam *mixture experiment* adalah fungsi dan proporsi perbedaan komponen atau bahan dalam suatu formula (Sahid, 2015). Rancangan *mixture experiment* terdapat di dalam perangkat lunak (*software*) program *Design Expert* 10.0 dan dinamakan dengan *mixture design* (Saleha, 2016).

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka dapat diambil hipotesis bahwa diduga *design expert* metode *D-optimal* akan memberikan formula yang optimal pada pembuatan minuman probiotik sari buah terung belanda.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jl Dr.Setiabudi No. 193 Bandung, mulai bulan November 2018 sampai selesai.



DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianti, Mega. 2016. 20 Khasiat Terung Belanda Yang Tak Banyak orang Tahu. www.medikus.com . Diakses : 26 September 2018.
- Asvita, Silvia Mara., & Berawi, Khairun Nisa. 2016. Efektivitas Ekstrak Terung Belanda Untuk Menurunkan Kadar Glukosa dan Kolesterol LDL Darah Pada Pasien Obesitas. *Majority*. 5:103
- Athar, N., et al. 2003. *The Concise New Zealand Food Composition Tables*. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited/Ministry of Health. Palmerston North, New Zealand.
- Buckle, K.A., et al. 1985. Ilmu Pangan. UI Pres : Jakarta.
- Bylund, G. 1995. *Dairy Processing Handbook:Tetra Pack*. Lund. Sweden.
- Canadian Food Inspection Agency, 2009. Probiotics Claim. www.inspection.gc.ca. Diakses : 19 April 2019.
- Cleveland, J., et al. 2001. *Bacteriocins: Safe, Natural Antimicrobials for Food Preservation*. *Int.J. Food Microbial*. 71:1-20
- Damodaran, Srinivasan., et al. 2008. *Fennema's Food Chemistry*. CRC Press : New York
- Dante, Laura Jeanette Christy., dkk. 2016. Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Terhadap Karakteristik Yoghurt Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) dan Kacang Hijau (*Phaseolus radiates L.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 5 : 74-84.
- Delgado, A., et al. 2001. *Antimicrobial activity of L. plantarum, isolated from a traditional lactic acid fermentation of table olives*. *INRA, EDP Science* 81: 203-215.
- Diniyadharani, Aninditha Kemala dan Riara Novita. 2012. Design of Experiment Sebagai Salah Satu Pendekatan Peningkatan Kualitas Produk Di Industri Manufaktur. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia : Depok.
- Espinoza, et al. 2010. *Non Dairy Probiotic Products*. *Food Microbiology*. 27:4-5

- Fardiaz, Srikandi. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. PT. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Ferdaus, Fani., dkk. 2008. Pengaruh pH, Konsentrasi Substrat, Penambahan Kalsium Karbonat dan Waktu Fermentasi Terhadap Perolehan Asam Laktat Dari Kulit Pisang. *Widya Teknik*. 7:1-14.
- Frazier, W.C. and D.C. Westhoff. 1988. *Food Microbiology*. Mc. Graw Hill Book Co, Singapore.
- Halim, C. N., dan E. Zubaidah. 2013. Studi Kemampuan Probiotik Isolat Bakteri Asam Laktat Penghasil Eksopolisakarida Tinggi Asal Sawi Asin (*Brassica juncea*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1:129-137.
- Hartati, A. I., et al. 2012. *Lactose and Reduction Sugar Concentration, pH and The Sourness of Date Flavored Yoghurt Drink as Probiotic Beverage*. *Journal Of Applied Food Technology*. 1:1-3.
- Hermiina & Prihatini, S. 2014. Gambaran Konsumsi Sayur dan Buah Penduduk Indonesia dalam Konteks Gizi Seimbang: Analisis Lanjut Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) 2014. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 44:211-212
- Hernani dan Mono Rahardjo. 2005. Tanaman Berkhasiat Antioksidan. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Jenie, S.L., dan Shinta E. Rini. 1995. Aktivitas Antimikroba dari Beberapa Spesies *Lactobacillus* terhadap Mikroba Patogen dan Perusak Makanan. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*, 7: 46-51.
- Kumalaningsih, S. dan Suparyogi. 2006. *Tamarillo* (Terung Belanda). Trubus Agrisarana : Surabaya.
- Kunaepah, Uun. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro : Semarang.
- Kuswanto, K.R., dan Slamet Sudarmadji. 1988. Proses-proses Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta
- Lee, Yuan Kun., and Seppo Salminen. 2008. Handbook Of Probiotics and Prebiotics : Second Edition. Jhon Wiley and Sons : Hoboken, NJ.

- Lister, C.E., et al. 2005. *The Nutritional Composition and Health Benefits of New Zealand Tamarillos*. New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited : Christchurch, New Zealand.
- Machmud, Nur Afni., dkk. 2013. Aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* Pada Fermentasi Susu Jagung (*Zea Mays*) Dengan Penambahan Sukrosa dan Laktosa. *Sainstek* 7:7-9
- Maryana, Dwi. 2014. Pengaruh Penambahan Sukrosa Terhadap Jumlah Bakteri dan Keasaman Whey Fermentasi Dengan Menggunakan Kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus*. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin : Makasar.
- Molin, Goran. 2001. *Probiotic In Foods Not Containing Milk or Milk Constituents With Specual Reference to Lactobacillus plantarum 299v*. *Am J. Clin Nutr* : 73:380-385
- Naibaho, Joncer. 2013. Penyimpanan Buah Terung Belanda Dengan Kemasan Aktif Menggunakan Bahan Penyerap Oksigen, Karbondioksida, Uap air dan Etilen. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara : Medan.
- Novirisandi, Rochma. 2012. Kajian Viabilitas dan Pola Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* Pada Variasi Konsentrasi Molase dan Waktu Inkubasi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga : Surabaya.
- Pelczar, Michael J dan Chan, E. C. S. 2008. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid I*. UI Press : Jakarta.
- Perricone, Marianne., et al. 2015. *Challenges For The Production of Probiotic Fruit Juices*. *Beverages*. 1:95-103.
- Primurdia, E.K., dan J. Kusnadi. 2014. Aktivitas Anti Oksidan Minuman Probiotik Sari Kurma (*Phoenix dactylifera L.*) Dengan Isolat *L. plantarum* dan *L. casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2:98-109.
- Rahayu, P Winiati dan C. C. Nurwitri. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. Institut Pertanian Bogor Press : Bogor.
- Rakin, M., et al. 2007. *Contribution of Lactic Acid Fermentation to Improved Nutritive Quality Vegetable Juices Enriched With Brewer's Yeast Autolysat*. *Food. Chem.* 100:599-602.

- Retnowati, Pratiwi Anggun., dan Joni Kusnadi. 2014. Pembuatan Minuman Probiotik Sari Buah Kurma (*Phoenix dactylifera*) Dengan Isolat *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2:70-81.
- Rizal, Samsul., dkk. Karakteristik Probiotik Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas Dengan Variasi Jenis Bakteri Asam Laktat. J.Kim Terap. Indones. 18:64-70.
- Rozi. 2017. Metode Perhitungan Bakteri : Standar McFarland. Rozi-fpk.web.unair.ac.id. Diakses : 26 September 2018
- Sahid, Susanti Citra. 2015. Optimasi Dendeng Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Dengan Menggunakan Design Expert Metode D-Optimal. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan : Bandung.
- Saleha, Nur Mariyam. 2016. Optimasi Formulasi Flakes Berbasis Tepung Ubi Cilembu Tepung Tapioka Serta Tepung Kacang Hijau Menggunakan Aplikasi Design Expert Metode Mixture D-Optimal. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan : Bandung.
- Setiawan, Agus. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Bioselulosa-Kitosan Serta Pemanfaatannya Dalam Bidang Medis. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga : Surabaya.
- Setioningsih, E., dkk. 2004. Pembuatan Minuman Probiotik dari Susu Kedelai dengan Inokulum *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus acidophilus*. Bioteknologi. 1 : 1-6.
- Sinaga, I.L.H. 2009. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol Buah Terung Belanda (*Solanum Bataceum Cav*). Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Sinaga, Jeremia Jakson. 2017. Optimasi Bahan Baku dan Bahan Penunjang Terhadap Karakteristik *Effervescent Black Mulbery (Morus nigra)* Dengan Program Design Expert. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan : Bandung.
- Sintasari, R. A., dkk. 2014. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Susu Skim dan Sukrosa Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Beras Merah. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2:65-75.
- Sopandi, T & Wardah. 2014. Mikrobiologi Pangan. Andi : Yogyakarta.

- Suhartatik, Nanik., dkk. 2013. Aktivitas Antioksidan Antosianin Beras Ketan Hitam Selama Fermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 24:117-118
- Sulistyaningrum, Lucia Suci. 2008. Optimalisasi Fermentasi Asam Kojat Oleh Galur Mutan *Aspergillus flavus* NTGA7A4UVE10. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia : Depok.
- Tamime, A. 2006. *Fermented Milk*. Blackwell Science. United Kingdom.
- Taufik, Yusman., dkk. 2017. Optimalisasi Formulasi Minuman Jelly Lidah Buaya (*Aloe vera L.*) dan Daun Black Mulberry (*Morus nigra L.*) Menggunakan Design Expert Metode Mixture D-Optimal. *Pasundan Food Technology Journal*. 4:176-181.
- Thantsha, M.S., et al. 2012. *Probiotics – What They Are, Their Benefits and Challenges : New Advance In The Basic and Clinical Gastroenterology*. University Of Pretoria : South Afrika.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2003. Taksonomi Tumbuhan. Universitas Gadjah Mada Press : Yogyakarta
- Tribowo, E.A. 2006. Aktivitas antimikroba *Lactobacillus sp.* Hasil Isolasi Dari Daging Sapi Terhadap Bakteri Patogen Gram positif dan Gram negatif. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Trinanda, Muh Ade. 2015. Studi Aktivitas Bakteri Asam Laktat (*L. plantarum* dan *L. fermentum*) Terhadap Kadar Protein Melalui Penambahan Tepung Kedelai Pada Bubur Instan Terfermentasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta : Yogyakarta.
- Trismillah., Sumaryanto. 2005. Pengaruh Kadar Nitrogen dalam Media Pada Pembuatan Protease Menggunakan *Bacillus megenterium* DSM 319. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 3:9-12.
- Tsao, George T., 1980. *Annual Report on Fermentation Processes*. Academic Press : New York
- Umam, M. F., dkk. 2012. Kajian Karakteristik Minuman Sinbiotik Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typical*) Dengan Menggunakan Starter *Lactobacillus acidophilus* IFO 13951 dan *Bifidobacterium longum* ATCC 15707. *J. Teknosains Pangan*. 1:3-11.

Vargas, Francisco Delgado., and Octavio Paredes Lopez. 2003. *Natural Colorants For Food and Nutraceutical Uses*. CRC Press : New York

Widayanti, dkk. 2012. Suplementasi Probiotik (*Lactobacillus plantarum*) dalam Sari Buah Sebagai Alternatif Produk Pangan Fungsional. *Farmasains*. 2:1-2.

Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi Edisi Terbaru*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.

Yoon, K. Y., et al. 2004. *Probiotication of Tomato Juice by Lactic Acid Bacteria*. *J. Microbiol.* 42:315-318.

