

**LAPORAN TAHUN
TERAKHIR**

**PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL
Institusi Faklutas Teknik Universitas Pasundan**



**OPTIMALISASI FORMULASI MINUMAN FUNGSIONAL *BLACK MULBERRY*
(*Morus Nigra*) DENGAN *DESIGN EKSPERT* METODE
D-OPTIMAL TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIKA DAN ORGANOLEPTIK
Tahun ke-2 dari rencana 2 tahun**

Peneliti :

Dr. Ir. Yusman Taufik.,MP

NIDN : 041 208 7001

Dr.Ir.Asep Dedi Sutrisno.,MP

NIDN. 0410036101

Ir. Thomas Gozali.,MP

NIDN : 0016026001

UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG

November 2018

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : OPTIMALISASI FORMULASI MINUMAN
FUNGSIONAL BLACK MULBERRY (Morus Nigra)
DENGAN DESIGN EKSPERT METODE D-OPTIMAL
TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIKA DAN
ORGANOLEPTIK

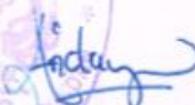
Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. Ir YUSMAN TAUFIK, M.P
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
NIDN : 0412087001
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Teknologi Pangan
Nomor HP : 08122311744
Alamat surel (e-mail) : yusmantaufik@unpas.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : Ir THOMAS GOZALI M.P
NIDN : 0016026001
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan

Anggota (2)
Nama Lengkap : Dr. Ir ASEP DEDY SUTRISNO M.P
NIDN : 0410036101
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 70,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 135,000,000

Mengetahui,
Wakil Dekan I Fakultas Teknik Unpas


(Dr. Ririn Dwi Agustin, S.T., M.T)
NIP/NIK 151 102 68

Kota Bandung, 14 - 11 - 2018
Ketua,


(Dr. Ir YUSMAN TAUFIK, M.P)
NIP/NIK 15110230

Menyetujui,
Ketua Lemlit Unpas


(Dr. Hj. Emi Rusyani, SE., MM)
NIP/NIK 196202031991032001

PRAKATA

Assalamualaikum, Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang senantiasa melimpahkan segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan penelitian ini dengan judul **OPTIMALISASI FORMULASI MINUMAN FUNGSIONAL *BLACK MULBERRY (Morus Nigra)* DENGAN *DESIGN EKSPERT* METODE *D-OPTIMAL* TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIKA DAN ORGANOLEPTIK**

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menambah ilmu dan pengetahuan serta pengembangan teknologi dalam produksi minuman fungsional dan mengoptimalkan pemanfaatan bahan baku buah yang kaya akan antioksidan sehingga daya gunanya semakin meningkat. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Semua pihak yang telah mendukung dalam penulisan laporan ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, semoga laporan kemajuan hasil penelitian ini dapat menjadi gambaran serta arahan untuk penelitian lanjutan yang akan dilaksanakan

Wassalamualikum Wr.Wb

Penulis

RINGKASAN

Formulasi optimal yang dihasilkan dengan menggunakan program *design expert* metode *d-optimal* masih perlu dilakukan pembuktian dalam pembuatan minuman fungsional jus mulberry sehingga setelah berhasil program penelitian ini temuan teknologi pengolahan jus tersebut dapat diaplikasikan oleh para petani *black mulberry*, yang pada akhirnya dapat menstabilkan dan memelihara kesejahteraan masyarakat secara berkesinambungan.

Program penelitian pengolahan minuman buah *black mulberry* menjadi jus ini direncanakan akan berlangsung selama dua (2) tahun. Penelitian pada **tahun pertama** adalah Optimalisasi formulasi minuman fungsional Black Mulberry (*Morus Nigra*) dengan design ekspert metode D-Optimal terhadap sifat kimia, fisika, dan organoleptik. Penelitian pada **tahun kedua** Pendugaan umur simpan minuman fungsional Black *Mulberry (Morus nigra)* terhadap karakteristik kandungan antioksidan yang dihasilkan sekaligus pengembangan teknologi pengolahan dalam skala UKM sekaligus pengujian penerimaan konsumen. Penelitian diharapkan menghasilkan luaran sebagai berikut :

- a. Didapatkan formulasi yang optimal
- b. Publikasi hasil penelitian pada Prosedding dan Jurnal Nasional
- c. Produk Juice yang dihasilkan dapat diaplikasikan ke industri kecil
- d. Paten Sederhana

Keywords : Juice *Black Mulberry*, D-Optimal, dan fungsional, umur simpan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAH.....	i
PRAKATA.....	ii
RINGKASAN.....	iiI
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I PENDAHULUAN.....	1
II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
III TUJUAN DAN MANFAAT.....	11
VI METODE PENELITIAN.....	37
V HASIL PENELITIAN.....	46
VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	. Mulberry (<i>Morus nigra. L</i>), segar, mentah, Nilai gizi per 100 g, (sumber : Basis data gizi nasional USDA)	12
2	Syarat mutu untuk minuman sari buah	16
3	Kondisi dan Tujuan Pasteurisasi dari Beberapa Produk Pangan	21
4	Hasil Analisis Kimia dan Analisis Mikrobiologis	45
5	Data hasil uji organoleptik metode uji hedonic	56
6	Hasil Analisis Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan Gelas Selama Penyimpanan	38
7	Hasil Analisis Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan PET Selama Penyimpanan	59
8	Hasil Analisis Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan HDPE Selama Penyimpanan	59
9	Persamaan Regresi Linier Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan Gelas	61
10	Persamaan Regresi Linier Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan PET	61
11	Persamaan Regresi Linier Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan HDPE	61
12	Laju Penurunan Mutu dan Umur Simpan Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Berdasarkan Kadar Vitamin C	61
13	Hasil Penentuan pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan Gelas Selama Penyimpanan	64
14	Hasil Penentuan pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan PET Selama Penyimpanan	64
15	Hasil Penentuan pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan HDPE Selama Penyimpanan	65
16	Persamaan Regresi Linier pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i>	67

	dalam Kemasan Gelas	
17	Persamaan Regresi Linier pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan PET	67
18	Persamaan Regresi Linier pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan HDPE	67
19	Laju Penurunan Mutu dan Umur Simpan Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Berdasarkan Nilai pH	69
20	Hasil Penentuan Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan Gelas Selama Penyimpanan	70
21	Hasil Penentuan Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan PET Selama Penyimpanan	70
22	. Hasil Penentuan Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dengan Kemasan HDPE Selama Penyimpanan	71
23	Persamaan Regresi Linier Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan Gelas	73
24	Persamaan Regresi Linier Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan PET	74
25	Persamaan Regresi Linier Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> dalam Kemasan HDPE	74
26	Laju Penurunan Mutu dan Umur Simpan Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Berdasarkan Penentuan Angka Lempeng Total	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Black Mulberry (<i>Morus nigra L.</i>)	14
2	Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme (Fardiaz S. 1992)	22
3	Kemasan HDPE	27
4	Kemasan PET	28
5	Kemasan Kaca	29
6	Alat Pulper	35
7	Pengujian Alat Pulper menggunakan Buah Black Mulberry	35
8	Diagram Alir Prosedur Penelitian Tahap 1 Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i>	52
9	Diagram Alir Prosedur Penelitian Tahap 2 Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i>	53
10	Grafik Hubungan Kadar Vitamin C Terhadap Lama Penyimpanan (Pendahuluan)	57
11	Grafik Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan Gelas	59
12	. Grafik Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan PET	60
13	Grafik Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan HDPE	60
14	Buah <i>Black Mulberry</i>	62
15	Grafik pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan Gelas	65
16	Grafik pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan PET	65
17	Grafik pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan HDPE	66
18	Grafik Hubungan ln k dan suhu pH Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i>	68

19	Grafik Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan Gelas	71
20	Grafik Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan PET	72
21	Grafik Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i> Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan HDPE	72
22	Grafik Hubungan $\ln k$ dan suhu Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah <i>Black Mulberry</i>	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Instrumen	83
2	Personalia Tenaga Pelaksana Beserta Kualifikasinya	84
3	Artikel Ilmiah	95
4	HKI	103
5	Sertifikat Seminar	106

BAB 1. PENDAHULUAN

Antioksidan alami dapat diperoleh dari buah dan sayuran yang mengandung senyawa antioksidan. Senyawa yang terkandung dalam tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan adalah vitamin C, E, A, karotenoid, polifenol, asam fenolat, flavonoid, tanin, dan lignan (Pietta, 2000). *Black mulberry* merupakan salah satu tanaman yang memiliki banyak potensi, diantaranya menurunkan kolesterol darah, kencing manis, dan hipertensi (Mallaleng, *et.all*, 2011), memiliki aktivitas antimikroba, nephroprotektif, anti-HIV, antihiperlipidemia, efek immunoregulator, efek antistres, hepatoprotektif, aktivitas antioksidan (Zafar, *et.all*, 2013), dan dapat menghambat biosintesis melanin (Lee, *et.all*, 2002).

Black mulberry merupakan tanaman tahunan yang berasal dari Cina. Tanaman ini dibudidayakan karena daunnya merupakan makanan utama ulat sutera. Tanaman murbei memiliki banyak spesies, diantaranya *Morus alba*, *Morus multicaulis*, *Morus nigra*, *Morus macroura*, *Morus cathayana*, *Morus indica*, *Morus canva*, *Morus khunpai*, *Morus husan*, *Morus lembang* (Utomo, 2013).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2013 populasi mulberry (murbei) di Provinsi Jawa Barat memiliki luas perkebunan sekitar 124.888 m² atau dengan nilai presentasi yaitu 14,56%. Dimana luas perkebunan mulberry di Jawa Barat memiliki presentasi tertinggi kedua di Indonesia. Sedangkan untuk populasi tertinggi yaitu di daerah Sulawesi Selatan dengan memiliki luas perkebunan sekitar 613.257 m² atau dengan nilai presentasi yaitu 70,93%.

Dilihat dari karakter fisiknya, *black mulberry* merupakan buah yang memiliki rasa segar, manis, berwarna merah hingga kehitaman, dan *black mulberry* memiliki kadar antosianin hingga 1993mg/100g yang mana antosianin berperan sebagai sumber antioksidan. Buah *black mulberry* yang sudah masak akan berwarna kehitaman dan teksturnya mudah hancur sehingga perlu mendapat perlakuan pengolahan pangan salah satunya diolah menjadi minuman sirup (Rahmansari H dan Wahono H.S, 2014)

Black mulberry sangat berpotensi, yaitu pada bagian buah yang memiliki zat aktif antosianin sebagai antioksidan (Anonymous, 2002). Ditinjau dari komposisi kimiawi buahnya, tanaman murbei memiliki senyawa-senyawa penting yang menguntungkan bagi kesehatan manusia. Diantaranya adalah kandungan cyanidin yang berperan sebagai antosianin, inositol, sakarida, asam linoleat, asam stearat, asam oleat, dan vitamin (karotin, B1, B2,C).

Keunggulan yang dimiliki tersebut menjadikan tanaman ini berpotensi untuk diolah menjadi produk pangan fungsional yang memiliki nilai tambah di masyarakat.

Flavonoid adalah senyawa organik alami yang ada pada tumbuhan secara umum. Flavonoid alami banyak memainkan peran penting dalam pencegahan diabetes dan komplikasinya (Jack, 2012). Flavonoid merupakan senyawa polar karena mempunyai gugus hidroksil atau gula, sehingga dapat larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol, aseton, dimetilsulfoksida, dan air (Markham, 1988).

Pengembangan formulasi menjadi hal yang sangat penting sehingga dapat menghasilkan produk pangan yang bisa diterima oleh masyarakat. Adanya pencampuran yang digunakan dalam formulasi pembuatan minuman fungsional jus *black mulberry* dapat mempengaruhi karakteristik dari jus yang dihasilkan.

Salah satu *software* yang dapat digunakan dalam penentuan formulasi secara optimal adalah *Design Expert*. *Design Expert* digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut (Bas dan Boyaci, 2007).

Design Expert menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing-masing, salah satunya adalah *Mixture Design* yang berfungsi untuk menemukan formulasi optimal. Ada beberapa pilihan dalam *mixture design* antara lain *simplex lattice*, *simplex centroid*, *d-optimal*, *distance based*, *user defined*, dan *historical data*. Desain simpleks dapat digunakan jika komponen membentuk wilayah simpleks (rentang faktor yang sama). Untuk ruang non-simpleks pilihlah desain *d-optimal*. *D-Optimal* merupakan pilihan desain dalam *mixture* mengalami kendala maka program akan menyarankan menggunakan *d-optimal*.

Menurut SNI 01-3719-2014, minuman sari buah (*fruit juice*) adalah minuman yang diperoleh dengan mencampur air minum, sari buah atau campuran sari buah yang tidak difermentasi, dengan bagian lain dari satu jenis buah atau lebih, dengan atau tanpa penambahan gula, bahan pangan lainnya, bahan tambahan pangan yang diizinkan. Sedangkan menurut Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor HK. No. HK.00.05.52.4040 Tahun 2006 tentang Kategori Pangan mengatur definisi dan karakteristik dasar sari buah, adalah cairan yang diperoleh dari bagian buah yang dapat dimakan yang dicuci, dihancurkan, dijenihkan (jika dibutuhkan), dengan atau tanpa pasteurisasi dan dikemas untuk dapat dikonsumsi langsung.

Sari buah merupakan cairan yang diperoleh dengan cara memeras buah secara langsung. Saat ini, jus dijadikan minuman alternatif yang praktis dan modern. Jenis minuman sari buah atau jus dapat dibagi menjadi dua macam yaitu keruh (*cloud juice*) dan jernih (*clear juice*). Sifat keruh pada jus atau sari buah merupakan parameter fisik yang dikehendaki, terutama berasal dari pektin dan komponen tidak larut yang terdapat pada buah-buahan. Pektin yang terdapat pada sari buah akan membantu mempertahankan kenampakan keruh (Tamaroh, 2004).

Seperti yang telah dijelaskan dalam definisi sari buah menurut Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor HK. No. HK.00.05.52.4040 Tahun 2006 sari buah perlu dilakukan pengemasan untuk dapat dikonsumsi secara langsung oleh konsumen, maka dari itu perlu dilakukan pengemasan terhadap produk sari buah *Black Mulberry*.

Pengemas adalah suatu proses pembungkusan, pewadahan atau pengepakan suatu produk dengan menggunakan bahan tertentu sehingga produk yang ada di dalamnya bisa tertampung dan terlindungi. Sedangkan kemasan produk adalah bagian pembungkus dari suatu produk yang ada di dalamnya. Pengemasan ini merupakan salah satu cara untuk mengawetkan atau memperpanjang umur dari produk-produk pangan atau makanan yang terdapat didalamnya (Indayati, 2013).

Dari berbagai jenis kemasan, beberapa diantaranya yaitu jenis kemasan plastik dan kemasan gelas. Contoh dari jenis kemasan plastik diantaranya yaitu HDPE dan PET. Kemasan plastik HDPE lebih kaku dibandingkan LDPE, tahan terhadap suhu tinggi sehingga dapat digunakan untuk produk yang akan disterilisasi. Menurut Anonim (2004) dalam buku karangan Robertson (2010) botol HDPE telah digunakan selama bertahun-tahun dalam mengemas sari jeruk namun karena kemampuannya yang rendah sebagai penghalang O₂, botol ini hanya dapat digunakan selama 3 minggu dalam keadaan dingin.

Sedangkan untuk kemasan plastik PET yang juga penggunaannya meningkat dalam pengemasan sari buah dan minuman memiliki sifat tahan terhadap suhu tinggi, tembus pandang, kuat dan tidak mudah sobek dan memiliki permeabilitas terhadap uap air dan gas yang rendah (Julianti, E dan Murminah, M., 2006).

Kemasan jenis gelas banyak digunakan sebagai kemasan sari buah dan sesuai dengan jenis produk pangan yang mengalami pemanasan seperti pasteurisasi atau sterilisasi. Menurut S. Dardjo (1980) kemasan gelas memiliki keistimewaan yaitu tidak bereaksi dengan isi (tidak mencemari isi), tetapi kekurangannya adalah berat dan dapat pecah.

Pasteurisasi merupakan proses termal dengan suhu sedang (*Mild Heat Treatment*) yang diberikan pada produk pangan. Tujuan pasteurisasi adalah membunuh mikroba vegetatif tertentu yakni *pathogen* dan inaktivasi enzim, karena pada proses pasteurisasi tidak mematikan semua mikroorganisme vegetatif dan mikroorganisme pembentuk spora sehingga produk hasil pasteurisasi harus dikemas atau disimpan pada suhu rendah dengan penambahan pengawet, pengemasan atmosfer termodifikasi, pengaturan pH, atau pengaturan aktivitas air untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba (FBD, 2009).

Metode dalam penentuan umur simpan dari berbagai sumber maka ada 6 metode yaitu : nilai pustaka (*literature value*), *distribution turn over* (informasi produk sejenis di pasaran), *distribution abuse test* (hasil analisa penyimpanan produk di pasaran), *consumer complains* (teguran/komplain dari konsumen), *Extend Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS). Namun konsep penyimpangan produk pangan atau penentuan umur simpan pangan yang sering dipakai karena tepat dan akurat adalah *Extend Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS) (Bucil, 2012).

Menurut Syarief R dan H. Halid (1993), umur simpan dapat ditentukan dengan 2 cara yaitu secara empiris dan permodelan matematika. Cara empiris dilakukan secara konvensional, yaitu disimpan pada kondisi normal hingga terjadi kerusakan produk. Permodelan matematika dilakukan penyimpanan dengan kondisi dipercepat dan diperhatikan titik kritis produk. Contoh permodelan matematika adalah *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS). Metode ASLT dapat dilakukan dengan menggunakan metode Arrhenius.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Black Mullberry (*Morus nigra L.*)

Black mulberry merupakan tanaman pohon yang berbeda dari berry kebanyakan yang merupakan tanaman semak. Tinggi pohon *black mulberry* sekitar 10-15 meter dan hidup di area subtropik di Afrika, Asia dan Amerika. *Black Mulberry* atau yang dikenal juga dengan nama Murbai adalah tanaman dari keluarga Moraceae berjenis *Morus*. Beberapa jenis *black mulberry* adalah *Morus alba* di daerah Asia Timur, *Morus mesozygia* di Afrika Selatan dan Tengah, *Morus rubra* di Amerika Utara, serta *Morus insignis* di Amerika Selatan. Buah *Black Mulberry* merupakan buah jamak yang bergerombol dengan panjang 2-3 cm berwarna ungu tua hingga hitam saat masak berasa manis. *Black Mulberry* sudah banyak dibudidayakan tidak hanya untuk diambil buahnya sebagai selai, minuman dan bahan kue tetapi juga daunnya sebagai makanan ulat sutera (*Bombyx mori*). Kandungan antosianin dalam *Black Mulberry* ternyata banyak manfaatnya bagi kesehatan dengan fungsi sebagai antioksidan (Anonim, 2015).

Tanaman *black mulberry (Morus nigra L.)* berbentuk semak (perdu) yang tingginya 5-6 meter, dapat juga berbentuk pohon yang tingginya dapat mencapai 20-25 meter. Curah hujan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman *black mulberry* antara 635-2500 mm/tahun dengan suhu optimal antara 23,9⁰C dan 26,6⁰C, tetapi pada umumnya tanaman *black mulberry* dapat tumbuh dengan baik pada suhu minimum 13⁰C dan suhu maksimum 38⁰C. Adaptasi tumbuh tanaman *black mulberry* relatif baik dan tanaman ini dapat tumbuh pada lokasi dengan variasi suhu, pH tanah dan ketinggian dari permukaan laut yang sangat besar, oleh karena itu tanaman ini mudah dikembangkan untuk kebutuhan lain, seperti sebagai sumber pakan ternak (Atmosoedarjo, S.T. 2000).

Black mulberry (Morus nigra Sp.) merupakan tanaman yang dapat berbuah sepanjang tahun. Namun pemanfaatan *Black mulberry* hanya sebatas daunnya saja sebagai pakan ulat sutera, sedangkan di Malang khususnya karena bukan daerah penghasil tekstil sutera maka *Black mulberry* hanya dimanfaatkan sebagai tanaman kebun. Oleh karena itu *Black mulberry* sangat potensial untuk dijadikan produk pangan dengan harga jual tinggi. Dilihat dari karakter fisiknya, *Black mulberry* merupakan buah yang berasa segar manis berwarna merah hingga kehitaman, dan *Black mulberry* memiliki kadar antosianin hingga 1993mg/100 g yang mana antosianin berperan sebagai sumber antioksidan (Astawan, 2008).

Pemanfaatan yang masih kurang, menyebabkan harga jual dari *black mulberry* masih rendah. Buah *black mulberry* hitam merupakan komoditi yang mudah rusak dan seringkali jumlahnya sangat melimpah terutama saat musim panen. Dalam komoditi tersebut *black mulberry* tersedia secara berlebihan sehingga diperlukan alternatif untuk memanfaatkannya. *Black mulberry* dapat dimakan segar atau sibuat *jam, jelly, sorbet, es krim, buah beku, pudding, dan saus*. Buah yang belum masak, berasa asam biasanya dibuat saus untuk pie, selain dapat dibuat wine, atau buah yang dikeringkan (Afrianti, 2010).

Dalam buah *black mulberry* hitam (*Morus nigra*) terkandung vitamin-vitamin seperti vitamin B₁, B₂, dan C juga mengandung antosianin yang dapat berperan sebagai antioksidan bagi tubuh manusia. *Black mulberry* merupakan tanaman yang mempunyai banyak manfaat dan kegunaan. *Black mulberry* juga memiliki manfaat lain yaitu sebagai obat-obatan. Selain itu dilihat dari karakteristik fisiknya, *black mulberry* merupakan buah yang menarik, berasa segar manis asam berwarna merah hingga keunguan (Afrianti, 2010).

Tabel 1. Mulberry (*Morus nigra. L*), segar, mentah, Nilai gizi per 100 g, (sumber : Basis data gizi nasional USDA)

Nilai Gizi	Jumlah
Energi	43 Kcal
Karbohidrat	9,80 g
Protein	1,44 g
Lemak total	0,39 g
Kolesterol	0 mg
Serat makanan	1,7 g
Vitamin	
Folat (B ₉)	6 µg
Niasin (B ₃)	0,620 mg
Piridoksin (B ₆)	0,050 mg
Riboflavin (B ₂)	0,101 mg
Vitamin C	36,4 mg
Mineral	

Sodium	10 mg
Kalium	194 mg
Kalsium	39 mg
Besi	1,85 mg
Magnesium	18 mg
Seng	0,12 mg

Black mulberry termasuk genus *Morus* dari family *Moraceae*, berdasarkan morfologi bunga, genus *Morus* dipilah-pilah menjadi 24 jenis. Menurut Sunanto (1997), *Black mulberry* berasal dari Cina yang mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

1. Nama Tanaman

Nama Tumbuhan : *Mulberry*

Nama Daerah : Kerta, Kitau (Sumatera); Murbai, Besaran (Jawa); Sangya (Cina)

Sinonim : *Morus australis* Pour., dan *Morus atropurpurea* Roxb

2. Klasifikasi Tanaman

Kingdom : Plantae

Ordo : Rosales

Famili : Moraceae

Tribe : Moreae

Genus : *Morus*

Species : *M. nigra*

Nama Binominal : *Morus nigra*



(Sumber : <http://vanveenorganics.com>, 2017)

Gambar 1. Black Mulberry (*Morus nigra* L.)

2.2. Gula Stevia

Pemanis merupakan komponen bahan pangan, baik pemanis alami maupun sintesis merupakan senyawa yang memberikan persepsi rasa manis, tetapi tidak mempunyai nilai gizi atau disebut *non-nutritive sweeteners*. Bahan aditif lain yang diberikan sebagai pemberi rasa manis pengganti gula adalah aspartam, sakarin, sorbitol dan lainnya (Effendi, S. 2012).

Stevia diperoleh dari tanaman maka penggunaannya lebih aman, non karsinogenik dan non kalori. Keunggulan lainnya adalah gula stevia tidak menyebabkan *carries* gigi, memiliki nilai kalori rendah yang cocok bagi penderita diabetes, dan tidak menyebabkan kanker pada pemakaian jangka panjang (Buchori, L. 2007).

Rasa manis pada *stevia* disebabkan karena dua komponen yaitu *stevioside* (3-10 % berat kering daun) dan *rebaudioside* (1-3%) yang dapat dinaikan 250 kali manisnya dari sukrosa. *Stevioside* mempunyai keunggulan dibandingkan pemanis buatan lainnya, yaitu stabil pada suhu tinggi (100⁰C), range pH 3 – 9, dan tidak menimbulkan warna gelap pada waktu pemasakan (Buchori, L. 2007).

Rebaudioside merupakan pemanis terbaik yang ada pada tanaman *stevia* yang memberikan rasa manis 300 kali disbanding gula. *Rebaudioside* mempunyai rasa yang lebih baik dari *stevioside*. Kekuatan kemanisannya sekitar 30% lebih tinggi daripada *stevioside* tetapi jumlahnya lebih sedikit (Buchori, L. 2007).

2.3. Sari Buah

Menurut SNI 01-3719-2014, minuman sari buah (*fruit juice*) adalah minuman yang diperoleh dengan mencampur air minum, sari buah atau campuran sari buah yang tidak difermentasi, dengan bagian lain dari satu jenis buah atau lebih, dengan atau tanpa penambahan gula, bahan pangan lainnya, bahan tambahan pangan yang diizinkan.

Keuntungan yang dapat diperoleh dari konsumsi minuman sari buah atau jus yaitu kemudahan dalam menghabiskannya. Selain itu, konsistensi yang cair dari jus memungkinkan zat-zat terlarutnya mudah diserap oleh tubuh. Dengan dibuat jus, dinding sel selulosa dari buah akan hancur dan larut sehingga lebih mudah untuk dicerna oleh lambung dan saluran pencernaan (Wirakusumah, 2013).

Menurut Kusnandar (2010), sari buah adalah cairan jernih atau keruh yang tidak difermentasi dai hasil ekstraksi buah-buahan yang telah masak dan masih segar. Untuk

menghasilkan cita rasa yang lebih baik, selama proses pengolahan biasanya ditambahkan juga *ingridien* lain (misal gula, flavor, dsb).

Sari buah merupakan hasil pengepresan atau ekstraksi buah yang sudah disaring. Pembuatan sari buah terutama ditunjukkan untuk meningkatkan ketahanan simpan serta daya guna buah-buahan. Pembuatan sari buah tiap-tiap jenis buah meskipun ada sedikit perbedaan, tetapi prinsipnya sama (Kemenristek RI, 2010). Sari buah dibuat dengan cara menghancurkan daging buah dan kemudian ditekan agar diperoleh sarinya. Gula ditambahkan untuk mendapatkan rasa manis. Pengawet dapat diambahkan untuk memperpanjang daya simpan. Selanjutnya cairan disaring, dibotolkan, kemudian di pasteurisasi agar tahan lama. Pemurnian sari buah bertujuan untuk menghilangkan sisa serat-serat dari buah dengan cara penyaringan, pengendapan atau sentrifugasi dengan kecepatan tinggi yang dapat memisahkan sari buah dari serat-serat berdasarkan perbedaan kerapatannya. Sari buah yang tidak dimurnikan berakibat terjadinya pengendapan di dasar botol. Hal tersebut tidak diinginkan karena akan menurunkan penerimaan konsumen.

Ada tiga macam minuman buah yang telah ditetapkan oleh Bahan Pengawas Obat dan Makanan (2006), yang dapat dibedakan dari kandungan buahnya: a) sari buah, yaitu cairan yang diperoleh dari buah, baik buah tunggal atau campuran dari beberapa buah. Total kandungan sari buahnya 100 persen yang diperoleh dari proses pengempaan, penghancuran, atau penggilingan buah, b) minuman sari buah, adalah sari buah yang telah diencerkan dengan air. Kandungan total sari buahnya minimal harus berjumlah 35 persen dengan atau tanpa penambahan gula, c) minuman rasa buah yaitu sari buah yang telah diencerkan dengan air namun dengan total kandungan sari buah minimal 10 persen. Di dalam minuman ini umumnya ditambahkan bahan-bahan lain (bisa diketahui dari label kemasannya).

Satuhu (2004) menyatakan bahwa pada pembuatan sari buah secara umum dibutuhkan bahan-bahan seperti buah-buahan yang matang penuh dan sehat, gula pasir, dan asam sitrat. Buah yang akan diolah menjadi sari buah hendaknya dipilih yang matang penuh dan sehat (tidak busuk, tidak cacat, tidak pecah, dan bebas hama penyakit). Kondisi matang penuh tersebut diperlukan agar sari buah yang dihasilkan mempunyai aroma yang kuat. Penambahan asam sitrat pada pembuatan sari buah bertujuan untuk mengasamkan larutan, dan jumlah yang ditambahkan tergantung dari jenis buahnya, bila buah yang digunakan sangat asam maka penambahan asam sitrat cukup 1 sampai 1,5 gram untuk setiap liter sari buah yang dihasilkan. Penambahan gula

dimaksudkan untuk menambah cita rasa, biasanya gula ditambahkan sebanyak 5 sampai 15 persen (tergantung dari jenis buah yang digunakan).

Berdasarkan SNI nomor 01-3719 (2014), syarat mutu untuk minuman sari buah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu untuk minuman sari buah

Uraian	Satuan	Persyaratan
Keadaan		
- Aroma	-	Normal
- Rasa	-	Normal
Bahan tambahan makanan		
- Pemanis buatan	-	Tidak boleh ada
- Pewarna tambahan	SNI 01-0222-1995	SNI 01-0222-1995
- Pengawet	SNI 01-0222-1995	SNI 01-0222-1995
Padatan terlarut	⁰ Brix	Sesuai Tabel 2
Keasaman	%	Sesuai Tabel 2
Cemaran logam		
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,2
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
- Timah (Sn)	mg/kg	Maks.40/250*
- Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
Cemaran arsen	mg/kg	Maks. 0,1
Cemaran mikroba		
- Angka lempeng total	koloni/gram	Maks. 1 x 10 ⁴
- Bakteri koliform	APM/ml	Maks. 20
- <i>E. Coli</i>	APM/ml	< 3
- <i>Salmonella</i>	koloni/25 ml	Negatif
- <i>S. Aureus</i>	koloni/ml	0
- Kapang	koloni/ml	Maks. 100
- Khamir	koloni/ml	Maks. 100

Keterangan : *) khusus dikemas dalam kaleng

Sumber : SNI 01-3719 (2014)

Tabel 3. Padatan terlarut (⁰Brix) dan keasaman untuk Minuman Sari Buah

No	Jenis buah	Padatan terlarut (⁰ Brix)	Keasaman * (%)
1	Anggur (<i>Vitis vinifera</i>)	Min. 12,0	Min. 0,25
2	Apel (<i>Pyrus malus</i>)	Min. 10,5	Min. 0,30 ^{**}
3	Asam (<i>Tamarindus indica</i>)	Min. 13,0	Min. 0,3
4	Delima (<i>Punica granatum</i>)	Min. 12,0	Min. 0,24
5	Jambu Biji Merah (<i>Psidium guajava</i> var. Pink guava)	Min. 8,5	Min. 0,2
6	Jeruk (<i>Citrus sinensis</i>)	Min. 11,2	Min. 0,35
7	Leci (<i>Litchi chinensis</i>)	Min. 10,0	Min. 0,15
8	Strawberi (<i>Fragaria x. Ananassa</i>)	Min. 7,5	Min. 0,2
Catatan ^{*)} nilai keasaman berasal dari sari buah dan dapat ditambahkan asidulan ^{**)} sebagai asam malat ^{***)} sebagai asam tartarat			

2.4. Natrium Benzoat

Pengertian bahan tambahan pangan dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 772/Menkes/Per/IX/88 No. 1168/Menkes/PER/X/1999 secara umum adalah bahan yang biasanya tidak digunakan sebagai makanan dan biasanya bukan merupakan komponen khas makanan, mempunyai atau tidak mempunyai nilai gizi, yang dengan sengaja ditambahkan ke dalam makanan untuk maksud teknologi pada pembuatan, pengolahan, penyiapan, perlakuan, pengepakan, pengemasan, dan penyimpanan.

Salah satu bahan tambahan pangan dinyatakan aman apabila digunakan sebagai Bahan Tambahan Makanan *Preservative* karena mempunyai toksisitas sangat rendah terhadap hewan maupun manusia yaitu Natrium Benzoat. Berdasarkan Codex (2004), konsentrasi natrium benzoat untuk minuman sari buah yang diperbolehkan adalah maksimum 1000 mg/kg, sedangkan menurut BPOM No. 36 tahun 2013 konsentrasi yang diperbolehkan untuk minuman sari buah adalah sebesar 0-600 mg/kg.

Natrium benzoat berupa hablur granul atau serbuk hablur berwarna putih tidak berbau dan stabil di udara. Mudah larut dalam air, agak sukar larut dalam etanol dan lebih mudah larut

dalam etanol 90 %. Kelarutan dalam air pada suhu sebesar 25⁰C sebesar 660 gr/L dengan bentuk yang aktif sebagai pengawet sebesar 84,7 % pada range pH 4,8 (Cahyadi, W. 2009).

Asam benzoat dan garamnya (Na dan K) relatif kurang efektif sebagai bahan pengawet pada pH lebih besar, tetapi kerja sebagai pengawet naik dengan turunnya pH sampai di bawah 5. Turunnya pH medium akan menaikkan proporsi asam yang tidak terdisosiasi karena asam yang tidak terdisosiasi penentu utama peranan pengawet. Asam benzoat dan gaamnya sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba dalam bahan pangan dengan pH rendah, seperti sari buah dan minuman penyegar (Cahyadi, W. 2009).

2.5.Pasteurisasi

Pasteurisasi merupakan proses termal dengan suhu sedang (*Mild Heat Treatment*) yang diberikan pada produk pangan. Tujuan pasteurisasi adalah membunuh mikroba vegetatif tertentu yakni *pathogen* dan inaktivasi enzim, karena pada proses pasteurisasi tidak mematikan semua mikoorganisme vegetative dan mikoorganisme pembentuk spora sehingga produk hasil pasteurisasi harus dikemas atau disimpan pada suhu rendah dengan penambahan pengawet, pengemas atmosfer termodifikasi, pengaturan pH, atau pengaturas aktivitas air untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba (FBD, 2009).

Pasteurisasi bertujuan untuk mencapai “pengurangan log” dalam jumlah organisme, mengurangi jumlah mikroorganisme sehingga tidak lagi bisa menyebabkan penyakit dengan syarat produk yang telah dipasteurisasi didinginkan dan digunakan sebelum tanggal kadaluwarsa (Effendi, S. 2012).

Pasteurisasi adalah perlakuan pemanasan yang lebih ringan dari sterilisasi, biasanya suhu digunakan di bawah 100⁰C. Tujuan dari pasteurisasi adalah untuk : 1) membunuh semua bakteri *pathogen* yang umum dijumpai pada bahan makanan atau bakteri-bakteri *pathogen* yang berbahaya ditinjau dari kesehatan masyarakat, 2) memperpanjang daya simpan dengan jalan mematikan bakteri dan menonaktifkan enzim seperti pada bir, anggur, sari buah dan lainnya (Effendi, S. 2012).

Proses pasteurisasi dapat menghancurkan 90 – 99% bakteri yang ada di dalam susu, dengan kemungkinan kerusakan yang sangat kecil bagi laktosa casein dan unsur lemak, akan tetapi vitamin C dapat rusak. Oleh sebab itu, proses pasteurisasi tidak semuanya dapat menguntungkan, ada beberapa efek yang ditimbulkan dari proses pasteurisasi, diantaranya dapat

mempertahankan nilai nutrisi dan karakteristik sensori bahan pangan hasil pasteurisasi, hanya dapat mempertahankan umur simpan bahan pangan untuk beberapa hari saja, dapat menyebabkan perubahan terjadinya perubahan warna, aroma, dan flavor, mengakibatkan degradasi vitamin bahan. (Muchtadi, 2010)

Pasteurisasi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu :

- a. Pasteurisasi lama atau dikenal *low temperature long time* yaitu pemanasan dilakukan pada suhu yang tidak begitu tinggi dengan waktu yang relatif lama. Pasteurisasi susu dilakukan dengan suhu $62^{\circ} - 65^{\circ}\text{C}$ selama $\frac{1}{2} - 1$ jam.
- b. Pasteurisasi singkat atau *high temperature short time* yaitu pemanasan dilakukan pada suhu yang tinggi dengan waktu yang relatif singkat. Pasteurisasi ini dilakukan pada suhu $65^{\circ} - 95^{\circ}\text{C}$ selama 1-2 menit.
- c. Pasteurisasi dengan *Ultra High Temperature* atau UHT, yaitu pemanasan dengan suhu tinggi yang segera didinginkan pada suhu 10°C dan merupakan suhu normal untuk pertumbuhan bakteri susu (Effendi, S. 2012).

Produk minuman dengan kadar asam yang cukup rendah banyak mengandung mikroorganisme berupa *E. coli*, *Salmonella*, *Cryptosporidium* yang merupakan bakteri *pathogen* yang dapat tumbuh secara bebas apabila produk minuman sari buah tidak di pasteurisasi. Penggunaan pasteurisasi dengan panas yang berfungsi untuk membunuh atau mengeleminasi mikroba *pathogen* yang terdapat pada minuman sari buah (Catinez, Nazife. 2002).

Adapun kurva pertumbuhan mikroorganisme yang terbagi kedalam 4 fase pertumbuhan, adalah sebagai berikut :

1. Fase lag

Jika mikroba dipindahkan ke dalam suatu medium, mula- mula akan mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan di sekitarnya. Lamanya fase adaptasi ini dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya:

a. Medium dan lingkungan pertumbuhan

Jika medium dan lingkungan pertumbuhan sama seperti medium dan lingkungan sebelumnya, mungkin tidak diperlukan waktu adaptasi. Tetapi jika nutrient yang tersedia dan kondisi lingkungan yang baru berbeda dengan sebelumnya, diperlukan waktu penyesuaian untuk mensintesa enzim-enzim.

b. Jumlah inokulum

Jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat fase adaptasi. Fase adaptasi mungkin berjalan lambat karena beberapa sebab, misalnya: (1) kultur dipindahkan dari medium yang kaya nutrisi ke medium yang kandungan nutrisinya terbatas, (2) mutan yang baru dipindahkan dari fase statis ke medium baru dengan komposisi sama seperti sebelumnya.

2. Fase log

Pada fase ini mikroba membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva logaritmik. Pada fase ini kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrisi, juga kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembaban udara. Pada fase ini mikroba membutuhkan energi lebih banyak dari pada fase lainnya. Pada fase ini kultur paling sensitif terhadap keadaan lingkungan. Akhir fase log, kecepatan pertumbuhan populasi menurun dikarenakan :

- a. Nutrien di dalam medium sudah berkurang.
- b. Adanya hasil metabolisme yang mungkin beracun atau dapat menghambat pertumbuhan mikroba.

3. Fase stationer

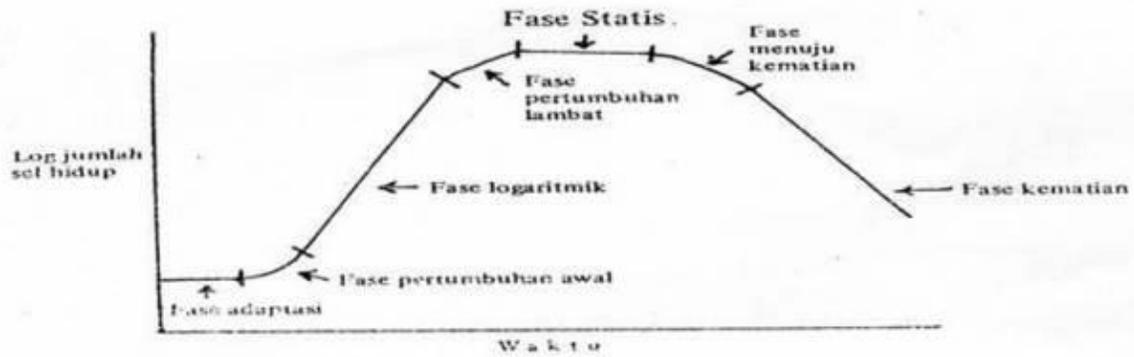
Pada fase ini jumlah populasi sel tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Ukuran sel pada fase ini menjadi lebih kecil karena sel tetap membelah meskipun zat-zat nutrisi sudah habis. Karena kekurangan zat nutrisi, sel kemungkinan mempunyai komposisi yang berbeda dengan sel yang tumbuh pada fase logaritmik. Pada fase ini sel-sel lebih tahan terhadap keadaan ekstrim seperti panas, dingin, radiasi, dan bahan-bahan kimia.

4. Fase kematian

Pada fase ini sebagian populasi mikroba mulai mengalami kematian karena beberapa sebab yaitu:

- a. Nutrien di dalam medium sudah habis.
- b. Energi cadangan di dalam sel habis.

Kecepatan kematian bergantung pada kondisi nutrisi, lingkungan, dan jenis mikroba.



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme (Fardiaz S. 1992)

Semakin tinggi suhu proses pemanasan maka akan meningkatkan laju evaporasi tetapi berdampak buruk pada kualitas produk bahan pangan kecuali dengan panas yang terkendali, suhu pemanasan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya dekomposisi dan perubahan struktur pigmen sehingga terjadi pemucatan dan penurunan stabilitas warna. Kecenderungan kenaikan pH produk semakin meningkatnya suhu pasteurisasi, disebabkan karena adanya pengaruh panas yang diberikan sehingga mengakibatkan kehilangan beberapa zat gizi terutama zat-zat yang labil terhadap panas seperti asam-asam organik salah satunya adalah kandungan asam sitrat, asam askorbat, serta asam-asam lain (Dewi, E.T. 2008).

Tabel 3. Kondisi dan Tujuan Pasteurisasi dari Beberapa Produk Pangan

Jenis Produk Pangan	Tujuan Utama Pasteurisasi	Tujuan Sampingan	Kondisi Minimum Proses Pasteurisasi
pH < 4,5			
Sari Buah	Inaktivasi enzim (<i>pektinesterase</i> dan <i>poligalakturonase</i>)	Membunuh mikroorganisme pembusuk (kapang dan kamir)	65 ⁰ C selama 30 menit
Bir	Membunuh mikroorganisme pembusuk (kamir, <i>Lactobacillus sp.</i>)		65 ⁰ -68 ⁰ C selama 20 menit (dalam botol); 72 ⁰ -75 ⁰ C selama 1-4 menit pada tekanan 900-1000 kPa

	dan sisa khamir yang ditambahkan pada proses fermentasi (<i>Saccharomyces sp.</i>)		
pH > 4,5			
Susu	Membunuh mikroorganisme <i>pathogen (Brucella abortis, Mycobacterium tuberculosis, Coxiella burnetti)</i>	Membunuh mikroorganisme pembusuk dan beberapa enzim	63 ⁰ C selama 30 menit; 71,5 ⁰ C selama 15 menit
Telur Cair	Membunuh mikroorganisme <i>pathogen Salmonella sp.</i>	Membunuh mikroorganisme pembusuk	64,4 ⁰ C selama 2,5 menit; 60 ⁰ C selama 3,5 menit
Es Krim	Membunuh mikroorganisme <i>pathogen</i>		61,5 ⁰ C selama 30 menit; 71 ⁰ C selama 10 menit; 80 ⁰ C selama 15 detik

(Sumber : Fellows. 2000)

Semakin tinggi suhu dan lama pasteurisasi akan mengakibatkan pencoklatan akibat asam askorbat yang merupakan reduktor yang juga sebagai precursor untuk membentuk wana coklat. Asam-asam askorbat berada dalam keseimbangan dengan dehidroaskorbat. Dalam suasana asam cincin lakton asam dehidroaskorbat terurai secara irreversible dengan membentuk senyawa diketoglutonat dan kemudian belangsung reaksi Maillard. Dengan adanya kondisi tersebut dan semakin lama waktu pemanasan maka produk akan berwarna merah (Aprillia, D. 2014).

Semakin tinggi suhu pasteurisasi dan semakin lama waktu pasteurisasi akan mengakibatkan peningkatan kadar total gula, hal ini disebabkan karena banyaknya komponen yang terekstrak sehingga mengakibatkan jumlah air yang teruapkan semakin tinggi. Hal ini memicu padatan terlarut pada minuman sari apel yang berasal dari karbohidrat, protein, vitamin,

dan mineral yang larut air meningkat. Meningkatnya total padatan terlarut akan mengakibatkan tingginya total gula. Gula (sukrosa) yang larut dalam suatu larutan memiliki jumlah padatan terlarut yang lebih tinggi. Semakin tinggi konsentrasi gula yang masuk kedalam bahan maka jumlah gula yang terukur akan semakin besar karena sisa gula dan asam organik yang terbentuk dihitung sebagai total gula (Setyowati, 2004).

2.6.Pengemasan

Menurut Dinarwi (2011), pengemasan merupakan usaha efektif dalam melindungi bahan pangan atau hasil dari olahan dari kerusakan akibat pengaruh fisik, kimia, atau biologis sehingga dapat diterima konsumen tanpa cacat. Beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam kemasan antara lain mudah diangkat mudah disusun dalam pengangkutan, mutu dan kehilangan hasil dapat terlindungi, mudah dalam sistem penjualan, harga murah, mudah diperoleh.

Pengemasan disebut juga pembungkusan, pewadahan atau pengepakan, dan merupakan salah satu cara pengawetan bahan hasil pertanian, karena penemasan dapat memperpanjang umur simpan bahan. Pengemasan adalah wadah atau pembungkus yang dapat membantu mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan-kerusakan pada bahan yang dikemas/dibungkusnya (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).

Menurut Dinarwi (2011), pemilihan bahan kemasan yang baik dan sesuai sangat mempengaruhi produk yang akan dikemas. Dalam hal ini bahan kemasan yang digunakan adalah bahan kemasan plastik. Pemilihan bahan baku plastik ini dengan pertimbangan :

- Keadaan pengemasan, penyimpanan dan pengangkutan
Umumnya bahan pengemas harus mempunyai sifat fisika untuk melindungi produk terhadap kerusakan yang disebabkan oleh gesekan, pengaruh keadaan cuaca serta iklim disekitarnya.
- Bentuk pengemas yang digunakan
Bila pengemas yang digunakan ntuk membungkus, bahan pengemas yang paling tepat adalah film atau lembaran plastik. Khusus untuk film plastik, selain sifat fisika juga sangat penting menentukan suhu perekatan.
- Harga bahan baku
Dalam mengemas suatu produk maka, harga baan baku sangat menentukan, sehingga harga produk yang dikemas sangat tergantung dari harga bahan baku kemasannya.
- Penyimpanan

Masalah yang dihadapi dalam penyimpanan hasil pertanian adalah masalah susut dan kehilangan hasil, kondisi penyimpanan yang kurang baik dapat menyebabkan penurunan mutu tomat.

2.6.1. Persyaratan Kemasan

Menurut Mareta D.T, *et al* (2011), dalam menentukan fungsi perlindungan dari pegemasan, maka perlu dipertimbangkan aspek-aspek mutu produk yang akan dilindungi. Mutu produk ketika mencapai konsumen tergantung pada kondisi bahan/produk, etoda pengolahan dan kondisi penyimpanan. Dengan demikian fungsi kemasan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Kemampuan / daya membungkus yang baik untuk memudahkan dalam penanganan, pengangkutan, distribusi, penyimpanan dan penyusunan/penumpukan.
2. Kemampuan melindungi isinya dari berbagai risiko dari luar, misalnya perlindungan dari udara panas/dingin, sinar/cahaya matahari, bau asing, benturan/tekanan mekanis, kontaminasi mikroorganisme.
3. Kemampuan sebagai daya tarik terhadap konsumen. Dalam hal ini identifikasi, informasi dan penampilan seperti bentuk, warna dan keindahan bahan kemasan harus mendapatkan perhatian.
4. Persyaratan ekonomi, artinya kemampuan dalam memenuhi keinginan pasar, sasaran masyarakat dan tempat tujuan pemesan.
5. Mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang, dan mudah dibenuk atau dicetak (Fauziah, Dini. 2015).

Menurut Mareta D.T, *et al* (2011), dengan adanya persyaratan yang harus dipenuhi kemasan tersebut maka kesalahan dalam hal memilih bahan baku kemasan, kesalahan memilih desain kemasan dan kesalahan dalam memilih jenis kemasan, dapat diminimalisasi. Untuk memenuhi perstaratan-persyaratan tersebut maka bahan kemas harus memiliki sifat-sifat :

1. Permeabel terhadap udara (oksigen dan gas lainnya).
2. Bersifat non-toksik dan inert (tidak bereaksi dan menyebabkan reaksi kimia) sehingga dapat mempertahankan warna, aroma, dan cita rasa produk yang dikemas.
3. Kedap air (mampu menahan air atau kelembaban udara sekitarnya).
4. Kuat dan tidak mudah bocor.

5. Relatif tahan terhadap panas.
6. Mudah dikerjakan secara massal dan harganya relatif murah.

2.6.2. Jenis Kemasan

Terdapat beberapa macam jenis kemasan yang sering atau biasa digunakan untuk mengemas sebuah produk, diantara beberapa kemasan tersebut terdapat dua jenis kemasan yang digunakan untuk mengemas produk sari buah yaitu :

2.6.2.1. Kemasan Plastik

Kemasan plastik saat ini mendominasi industry makanan di Indonesia, menggeser penggunaan kemasan logam dan gelas. Hal ini disebabkan karena kelebihan dari kemasan plastik yaitu ringan, fleksibel, multiguna, kuat, tidak bereaksi, tidak karatan dan berfist termoplastis (*heat seal*), dapat dieri warna dan harganya yang murah. Kelamahan dari plastik karena danya zat monomer dan molekul kecil dari plastik yang mungkin bermigrasi ke dalam bahan pangan yang dikemas. Plastik serig dibedakan dengan resin, karena antara plastik dan resin tidak jelas perbedaannya (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).

Bahan pembuatan plastik pada mulanya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami tetapi di dalam perkembangannya bahan-bahan ini digantikan dengan bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerasi, laminas dan ekstruksi (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).

Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer yang merupakan bagian atau rantai paling pendek. Misalnya plastik polivinil klorida mempunyai monomer vinil klorida. Di samping bahan dasar berupa monomer plastik, maka terdapat bahan-bahan ttambahan non plastik dalam pembuatan plastic ini merupakan bahan dengan berat molekul rendah, yaitu berupa pemlastis, antioksidan, antiblok, antistatis, pelumas, penyerap sinar ultraviolet, bahan pengisi dan penguat (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).

Sifat plastik yang dikehendaki sebagai pengemas adalah absorpsi air, permeabilitas terhadap uap air, permeabilitas terhadap gas (O_2 , CO_2), ketahanan terhadap asam dan basa, ketahanan terhadap minyak dan lemak dan terhadap pelarut organik (S. Dardjo, 1980).

a. HDPE (High Density Polyethylene)

Menurut S. Dardjo (1980), sifat kimia polyethylene berdasarkan absorpsi air imersi 24 jam sebesar 0,005% atau lebih, permeabilitas terhadap gas (O_2 , CO_2) tinggi, ketahanan terhadap

asam sangat baik, ketahanan terhadap basa sangat baik, ketahanan terhadap minyak dan lemak dapat membengkak bila direndam lama, dan ketahanan terhadap pelarut organik sangat baik tetapi dapat membengkak bila direndam lama.

HDPE dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan dan suhu yang rendah (10 atm, 50-70⁰C). HDPE lebih kaku dibanding LDPE dan MDPE, tahan terhadap suhu tinggi sehingga dapat digunakan untuk produk yang akan disterilisasi. Dalam perdagangan dikenal dengan nama alathon, alkahtene, blapol, carag, fi-fax, hostalon (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).



Gambar 3. Kemasan HDPE
(Sumber : resources.kinnek.com)

Menurut Anonim (2004), botol HDPE telah digunakan selama bertahun-tahun untuk mengemas sari buah jeruk. Karena HDPE memiliki kemampuan yang rendah sebagai penghalang O₂, maka botol HDPE hanya bisa digunakan untuk mengemas sari buah jeruk dalam keadaan dingin selama 3 minggu. Sifat penghalang HDPE dapat ditingkatkan dengan menggabungkan lapisan kopolimer EVOH atau poliamida yang dapat memungkinkan umur simpan sampai 6 bulan pada suhu kamar, tergantung pada pilihan dan ketebalan lapisan penghalang (Robertson, G. L., 2010).

Menurut Fellers (1988) menyimpan FSOJs yang tidak dipasteurisasi pada botol HDPE 0,946-L pada suhu mulai dari -1,7⁰C sampai 7,8⁰C. Kebiasaan terutama terjadi pada flavor utama, membatasi umur simpan pada suhu 4,4⁰C atau kurang, sedangkan pembusukan dengan diacetyl terutama suhu 7,8⁰C. Jumlah mikroba umumnya menurun secara nyata selama penyimpanan pada 4,4⁰C atau kurang, sedangkan 7,8⁰C umumnya terjadi peningkatan. Retensi asam askorbat setelah 2 minggu penyimpanan pada 4,4⁰C atau lebih rendah sekitar 91-93%. Atas dasar hasil

dari panelis berpengalaman, umur simpan berkisar antara 20-23 hari pada $-1,7^{\circ}\text{C}$ sampai 5-8 hari pada 7.8°C (Robertson, G. L., 2010).

b. PET (Polyethylene Terephthalate)

PET adalah hasil kondensasi polimer etilen glikol dan asam treptalat, dan dikenal dengan nama dagang mylar. Jenis plastik ini banyak digunakan dalam laminasi terutama untuk meningkatkan daya tahan kemasan terhadap kikisan dan sobekan sehingga banyak digunakan sebagai kantung-kantung makanan (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).

Sifat-sifat plastik PET adalah :

- Tembus pandang (transparan), bersih dan jernih
- Tahan terhadap suhu tinggi (300°C)
- Permeabilitasnya terhadap uap air dan gas rendah
- Tahan terhadap pelarut organik seperti asam-asam organik dari buah-buahan, sehingga dapat digunakan untuk mengemas minuman sari buah.
- Tidak tahan terhadap asam kuat, fenol dan benzil alkohol.
- Kuat dan tidak mudah sobek
- Tidak mudah dikelim dengan pelarut (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).



Gambar 4. Kemasan PET
(Sumber : ud-adhika.com)

Perkembangan lapisan penghalang untuk PET telah menyebabkan meningkatnya penggunaan botol PET untuk sari buah dan minuman. Berline *et al.* (2006), mengevaluasi tiga jenis botol PET 300 ml berbeda diantaranya : PET monolayer (PET1), PET multilayer yang mengandung penyerap oksigen dan dikomplekskan dengan nylon-MXD6 (PET2), dan *plasma-*

treated (Lapisan karbon amorf internal). Permeabilitas O₂ dari botol PET masing-masing adalah 0,0632, 0,0058 dan 0,0056 *barrer* untuk PET1, PET2, PET3. Botol kaca (500 ml) digunakan sebagai referensi kemasan. Botol disimpan pada suhu 20⁰C dengan berat buatan (750 1x), dan setelah 9 bulan, asam askorbat mengalami penurunan dari 383 menjadi 310 mg L⁻¹ pada PET1, 255 mg L⁻¹ pada PET2, dan 230 mg L⁻¹ pada PET3, penelitian ini telah dikonfirmasi oleh Ros-Chumillas *et al.* (2004). Dalam studi selanjutnya, Berlinet dkk. (2008) meneliti hilangnya senyawa aroma dari jus jeruk melalui perembesan melalui botol (PET1 dan PET2) dan tutupnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perembesan terjadi terutama melalui tutup. Penggunaan tutup multilayer HDPE dengan dan lapisan penghalang internal LDPE-EVOH-LDPE sangat membatasi perembesan senyawa aroma, terlepas dari botol PET yang digunakan (Robertson, G.L., 2010).

2.6.2.2. Gelas

Penggunaan botol kaca untuk kemasan jus buah juga meluas, meski proses hot-fill / hold / cool harus diterapkan dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan pada kontainer kaca. Kaca masih merupakan media kemasan yang disukai untuk jus buah karena memiliki kualitas tinggi (Siegmod *et al.*, 2004).

Komposisi gelas untuk pengemasan makanan adalah : 74% SiO₂, 18% Na₂O, 7% CaO, 1% MgO dan seangin (traces) Fe₂O₃ dan MnO₂. Yang penting untuk diperhatikan dalam pemakaian gelas untuk pengemasan makanan/minuman adalah tutup (tutup gelas jar dan botol) supaya tidak menyebabkan kebocoran dan terjadi reaksi dengan isinya. Gelas itu sendiri mempunyai keistimewaan yaitu tidak bereaksi dengan isi (tidak mencemari isi), tetapi kekurangannya adalah berat dan dapat pecah (S. Dardjo, 1980).



Gambar 5. Kemasan Kaca
(Sumber : ecs12.tokopedia.net)

Bahan gelas sesuai digunakan untuk produk pangan yang mengalami pemanasan seperti pasteurisasi atau sterilisasi. Gelas jenis pyrex tahan terhadap suhu tinggi. Umumnya perbedaan antara suhu bagian luar dan bagian dalam gelas tidak boleh lebih dari 27⁰C, sehingga pemanasan botol harus dilakukan perlahan-lahan. Konduktivitas panas gelas 30 kali lebih kecil dari pada konduktivitas panas besi (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).

Sebagai bahan kemasan, gelas mempunyai kelebihan dan kelemahan. Kelebihan kemasan gelas adalah ;

- Kedap terhadap air, gas, bau-bauan dan mikroorganisme
- Inert dan tidak dapat bereaksi atau bermigrasi ke dalam bahan pangan
- Kecepatan pengisian hampir sama dengan kemasan kaleng
- Sesuai untuk produk yang mengalami pemanasan dan penutupan secara hermetis
- Dapat didaur ulang
- Dapat ditutup kembali setelah dibuka
- Transparan sehingga isinya dapat diperlihatkan dan dapat dihias
- Dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk dan warna
- Memberikan nilai tambah bagi produk
- Rigid (kaku), kuat dan dapat ditumpuk tanpa mengalami kerusakan

Kelemahan kemasan gelas :

- Berat sehingga biaya transportasi mahal
- Resistensi terhadap pecah dan mempunyai *thermal shock* yang rendah
- Dimensinya bervariasi
- Berpotensi menimbulkan bahaya yaitu pecahan kaca (Julianti, E dan Nurminah, M., 2006).

Menurut Rahmawati (2010), pembotolan merupakan salah satu metode yang cocok untuk mengemas produk minuman. Intensitas kerusakan yang ditimbulkan pada sari buah manga dapat dilihat dari parameter kelarutan, aroma dan warna. Berdasarkan serangkaian uji selama 5 hari, maka diperoleh hasil bahwa penurunan kelarutan pada perlakuan karbonasi > pasteurisasi > biasa. Penurunan warna jus manga karbonasi > pasteurisasi > biasa. Pada hari kelima, aroma busuk pada jus manga karbonasi > pasteurisasi > biasa. Dari percobaan menunjukkan bahwa teknik pengemasan botol dengan karbonasi kurang cocok diterapkan dalam jus mangga. Pengemasan botol dengan pasteurisasi dan tanpa pasteurisasi dan tanpa pasteurisasi lebih cocok untuk mengemas jus mangga.

2.7. Umur Simpan

Floros dan Ganasekharan (1993) menyatakan, umur simpan sebagai waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam suatu penyimpanan untuk sampai pada satu level atau tingkatan mutu degradasi tertentu.

Faktor – faktor yang mempengaruhi umur simpan adalah :

- a. Jenis dan karakteristik produk pangan
 - Produk yang mengalami pengolahan akan lebih tahan lama dibanding produk segar
 - Produk yang mengandung lemak berpotensi mengalami ketengikan, sedangkan produk yang mengandung protein dan gula berpotensi mengalami reaksi Maillard (warna coklat)
- b. Jenis dan karakteristik bahan kemasan
 - Permeabilitas bahan kemasan terhadap kondisi lingkungan (uap air, cahaya, aroma, oksigen)
- c. Kondisi lingkungan
 - Intensitas sinar (UV) menyebabkan terjadinya ketengikan dan degradasi warna
 - Oksigen menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi

Deteriorasi merupakan penyimpangan suatu produk dari mutu awalnya. Produk pangan mengalami deteriorasi segera setelah diproduksi, dimana produk mulai bersentuhan dengan udara, oksigen, uap air, cahaya atau dengan adanya perubahan suhu. Waktu hingga produk mengalami tingkat deteriorasi tertentu, dimana terjadi perubahan yang mengakibatkan produk pangan tidak menyerupai tekstur aslinya seperti awal produksi disebut umur simpan.

Syarief *et al.* (1989) menambahkan, bahwa umur simpan merupakan parameter ketahanan produk selama proses penyimpanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan produk pangan yang dikemas antara lain, sifat produk, ukuran dan sifat kemasan, serta suhu dan kelembaban.

Syarief dan Halid (1991) menjelaskan bahwa suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu selama penyimpanan perlu diperhitungkan faktor suhu. Dalam penyimpanan makanan, suhu ruangan penyimpanan berubah dari waktu ke waktu, keadaan suhu penyimpanan seperti ini dapat mempermudah pendugaan laju penurunan mutu makanan dengan persamaan Arrhenius.

Persamaan regresi linier :

$$Y = a + bx$$

Keterangan :

y = nilai analisis

a = nilai analisis pada saat mulai disimpan

b = laju nilai analisis (k)

x = waktu simpan (hari)

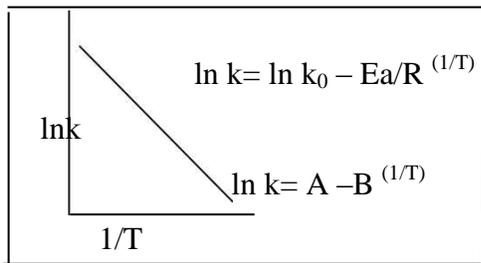
Selanjutnya apabila nilai-nilai k ini diterapkan dalam rumus Arrhenius, yaitu:

$$\ln k = \ln k_0 - Ea/RT$$

Karena $\ln k_0$ dan $-E/R$ merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln k = A + B (1/T)$$

Sehingga apabila setiap nilai k dan $1/T$ diplotkan dalam sebuah grafik, maka akan diperoleh gambar sebagai berikut:



Dengan demikian besarnya nilai E_a dapat diperoleh, yaitu sebagai berikut:

$$-Ea/R = B$$

Dimana nilai slope B dihasilkan dari persamaan regresi linier antara $\ln k$ dan $1/T$, dan nilai k_0 diperoleh sebagai berikut:

$$\ln k_0 = A$$

Dengan demikian model atau persamaan untuk laju penurunan mutu tersebut adalah:

$$k = k_0 e^{-B/RT}$$

Dimana :

k = konstanta penurunan mutu

k_0 = konstanta (tidak tergantung pada suhu)

E_a = energi aktivasi

T = suhu mutlak ($^{\circ}\text{C} + 273$)

Penentuan nilai t_s (umur simpan) dengan mengikuti reaksi ordo satu, menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t_s = \frac{\ln(A_0/A_t)}{k}$$

t_s = umur simpan (hari)

A_0 = nilai mutu awal

A_t = nilai batas kritis

k = konstanta penurunan mutu pada suhu T

Perhitungan kemudian dilanjutkan menggunakan model Q_{10} yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{10} = \frac{t_s(T)}{t_s(T+10)}$$

Dimana, T adalah suhu penyimpanan dalam ($^{\circ}\text{C}$), $t_s(T)$ adalah masa kadaluwarsa jika disimpan pada suhu (T) dan $t_s(T+10)$ adalah masa kadaluwarsa jika disimpan pada suhu $T+10$ (Syarief, R dan H, Halid. 1993).

2.8.Design Expert Metode D-Optimal

Salah satu *software* yang dapat digunakan dalam penentuan formulasi secara optimal adalah *Design Expert*. *Design Expert* digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut (Bas dan Boyaci, 2007).

Design Expert merupakan program yang populer untuk studi optimasi pada akhir-akhir ini. Beberapa contoh aplikasi diantaranya adalah pengaruh kondisi reaksi dalam sifat-sifat fisikokimia pati kationik (Kuo *et.all*, 2009), evaluasi pati beras termodifikasi dengan pemasakan ekstruksi (Hagenimana *et.all*, 2006), dan perilaku ekstruksi dari grit jagung *flint* dan jagung manis (Gujrat *et.all*, 2001).

Design Expert menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing-masing, desain tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Factorial* : untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhi proses atau produk, kemudian kita dapat melakukan perbaikan.

2. *Respon Surface* : untuk menemukan pengaturan proses yang ideal sehingga akan mencapai kinerja optimal.
3. *Mixture* : untuk menemukan formulasi optimal.
4. *Combine* : untuk menggabungkan variabel proses, komponen campuran, dan kategori faktor dalam suatu desain.

Syarat dalam pemilihan *mixture design* antara lain :

1. Komponen menambah pada total tetap. Misalnya, A merupakan 10% dari campuran, B 30%, dan C merupakan 60% sisanya, jika presentase dari salah satu komponen meningkat, maka presentase satu atau lebih dari komponen lain harus dikurangi. Jika jumlah komponen anda tidak bergantung satu sama lain, maka anda dapat melakukan percobaan menggunakan *respons surface design* daripada desain campuran.
2. Respon harus menjadi fungsi dari proporsi komponen. Misalnya, rasa es krim tergantung pada proporsi relatif dari bahan bukan pada jumlah total es krim. Jika jawaban anda tidak berhubungan dengan proporsi bahan, maka anda harus menggunakan *Response Surface Design*.

Ada beberapa pilihan desain campuran atau *mixture design* antara lain *simplex lattice*, *simplex centroid*, *d-optimal*, *distance based*, *user defined*, dan *historical data*. Desain (rentang faktor yang sama). Untuk ruang *non-simplex* pilihlah desain *d-optimal*.

Kelebihan dari *Design Expert* metode *D-Optimal* ini adalah ketelitian program ini secara *numeric* mencapai 0,001, dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi program ini akan memberikan rekomendasi berdasarkan nilai F dan R_2 terbaik dari data respon yang telah diukur dan dimasukkan ke rancangan, penentuan formulasi optimal berdasarkan respon kemudian saat optimasi akan muncul formulasi solusi yang telah dirangkum oleh program berdasarkan kesimpulan hasil seluruh respon, dugaan formulasi ditentukan oleh program, program ini menyediakan fitur yang lengkap seperti *anova*, *fit summary*, evaluasi model, dan lainnya sehingga kita tidak perlu menghitung lama, penggunaannya cepat dan tidak memakan waktu yang lama (Akbar, 2012).

Kegiatan penelitian yang sudah dikerjakan adalah pembuatan alat pulper. Kegiatan penelitian yang sudah dilakukan mencakup

- a. Merancang/mendesain gambar
- b. Perancangan alat ulper

c. Pembuatan alat pulper

Berdasarkan kegiatan penelitian tersebut maka telah didapatkan hasil atau capaian berupa:

- a. Rancangan atau desain dari alat pulper berupa blue print atau gambar teknik dari alat
- b. Alat pulper untuk membuat jus *Black Mulberry*.



Gambar 6. Alat Pulper

Alat Pulper yang sudah dibuat sudah dilakukan tahap Pengujian alat menggunakan buah *Morus nigra*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat tersebut dapat digunakan untuk membuat jus buah Black Mulberry dan berhasil menghasilkan jus yang diharapkan.



Gambar 7. Pengujian Alat Pulper menggunakan Buah Black Mulberry

Kegiatan penelitian ini merupakan tahapan pertama dari roadmap penelitian yang sudah dibuat. Tahapan selanjutnya adalah melakukan penelitian terhadap Pengembangan Jus Mulberry Hitam sebagai Minuman Fungsional.

Jepang merupakan negara yang diakui sebagai negara pelopor pengembangan produk-produk pangan fungsional. Pada tahun 1984-1986, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Jepang menyelesaikan suatu laporan mengenai analisis data statistik terhadap nilai nutrisi pangan. Konsep “Pangan Fungsional” pertama kali diperkenalkan dalam laporan tersebut, yaitu pangan yang memiliki tiga fungsi dasar dalam tubuh manusia (Ichikawa, 1994). Fungsi primer pangan dilihat dari aspek nutrisional (gizi tinggi), fungsi sekunder pangan yaitu sifat sensori (penampilan menarik serta citarasa yang enak), dan fungsi tersier pangan yang mengarah pada aspek fisiologikal (pengaruh positif bagi kesehatan tubuh).

Setelah melalui perdebatan yang cukup panjang, akhirnya Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Jepang mendefinisikan pangan fungsional sebagai pangan olahan yang mengandung ingridien yang mampu membantu fungsi tubuh secara spesifik selain memiliki nilai gizi (Ichikawa, 1994). Beberapa fungsi fisiologikal pangan meliputi fungsi yang mampu meningkatkan daya tahan tubuh, mencegah timbulnya penyakit seperti hipertensi dan diabetes, membantu pemulihan kesehatan, mengatur kondisi ritme fisik tubuh, dan menghambat proses penuaan (Ichikawa, 1994).

Suatu pangan dapat dikategorikan menjadi pangan fungsional jika memiliki tiga syarat utama yang harus dipenuhi yaitu :

1. Merupakan makanan atau minuman (bukan [kapsul](#), [tablet](#), atau serbuk) yang mengandung senyawa bioaktif tertentu yang berasal dari bahan alami.
2. Harus merupakan bahan yang dikonsumsi dari bagian diet sehari-hari.
3. Memiliki fungsi tertentu setelah dikonsumsi, seperti meningkatkan mekanisme pertahanan biologis, mencegah dan memulihkan penyakit tertentu, mengontrol fisik dan mental serta memperlambat proses penuaan dini.

Menurut Ichikawa tahun 1994, di Jepang, Kementerian Kesehatan, Pekerjaan, dan Kesejahteraan menyatakan bahwa suatu pangan bisa disebut sebagai pangan fungsional jika memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Pangan tersebut harus dapat meningkatkan fungsi diet dan kesehatan.

2. Nilai positif gizi dan kesehatan harus terbukti kuat dengan hasil penelitian secara empiris.
3. Anjuran konsumsi dari pangan tersebut harus mendapatkan persetujuan dari ahli gizi dan kesehatan.
4. Pangan dan komponen ingredien yang terkandung di dalamnya harus aman sesuai dengan diet seimbang.
5. Ingredien pangan yang terdapat didalamnya harus terkarakterisasi secara jelas dalam hal sifat fisik dan kimia, baik secara kuantitatif maupun kualitatif (metode yang digunakan untuk menganalisa dari sifat tersebut harus disertakan dengan jelas)
6. Ingredien pangan yang terdapat didalamnya tidak boleh menurunkan nilai gizi dari pangan tersebut.
7. Pangan tersebut harus dikonsumsi sesuai dengan asupan dan cara yang normal.
8. Pangan tersebut tidak boleh dalam bentuk tablet, kapsul, atau serbuk.
9. Ingredien pangan yang terdapat didalamnya harus berasal dari komponen alami.

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuono, dkk (2011) bertujuan untuk mengetahui formula optimum sirup fraksi etil asetat yang mengandung alkaloid bunga kembang sepatu menggunakan metode *Mixture D-Optimal Design*. Metode *Mixture D-Optimal Design* digunakan untuk optimasi formula sirup dengan tujuh formula berdasarkan variasi jumlah gliserin, larutan sorbitol 70%, dan mucilago CMC-Na 0,5%. Sirup formula optimum diperoleh dengan komponen gliserin sebesar 37,133%; larutan sorbitol 70% sebesar 49,325%; dan mucilago CMC-Na 0,5% sebesar 13,541%. Formula optimum yang diperoleh mempunyai respon viskositas dan derajat keasaman yang berbeda signifikan dengan prediksi respon yang diberikan oleh *software Design Expert* (Wahyuono, *et,all*, 2011). Penelitian menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal Design* dilakukan oleh Hermanu (2013) untuk mendapatkan formula tablet ekstrak daun pare yang optimum. Berdasarkan program optimasi *Design-Expert* diperoleh formula optimum dengan menggunakan kombinasi magnesium stearat (6,5 mg), aerosil (4,5 mg), dan amilum manihot (39 mg) menghasilkan respon kekerasan teblet (7,21 Kp), kerapuhan tablet (0,79), dan waktu hancur tablet (9,97 menit).

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan

Penelitian melalui produk terapan ini adalah bertujuan mencari formulasi optimal yang dihasilkan dengan menggunakan program *design expert* metode *d-optimal* masih perlu dilakukan pembuktian dalam pembuatan minuman fungsional jus mulberry sehingga setelah berhasil program penelitian ini temuan teknologi pengolahan jus tersebut dapat diaplikasikan oleh para petani *black mulberry*, yang pada akhirnya dapat menstabilkan dan memelihara kesejahteraan masyarakat secara berkesinambungan.

Secara khusus penelitian adalah untuk memanfaatkan bahan baku yaitu buah *black mulberry* sebagai minuman fungsional dengan penambahan gula rendah kalori terhadap sifat fitokimia dan aktivitas flavonoidnya yang diduga sebagai antidiabet, sehingga dapat dikonsumsi sebagai minuman yang memiliki nilai gizi yang tinggi dan dijadikan minuman kesehatan. Serta untuk mengetahui formulasi optimal dari pembuatan minuman fungsional *black mulberry* dan mengetahui umur simpan serta jenis kemasan yang baik untuk produk yang dihasilkan..

Ditingkat aplikasinya mendapatkan nilai tambah secara ekonomi, peningkatan nilai gizi, daya terima konsumen dan peningkatan pilihan konsumen terhadap produk hasil olahan *black mulberry*.

3.2. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Melalui penelitian ini terdapat beberapa keutamaan penelitian, yaitu

1. Untuk menambahkan ilmu pengetahuan tentang mendapatkan formulasi optimal pembuatan minuman fungsional *black mulberry* dengan menggunakan *design expert* metode *d-optimal*,
2. Mempelajari pengaruh penggunaan gula rendah kalori terhadap sifat fitokimia dan aktivitas flavonoid minuman fungsional *black mulberry*,
3. Untuk memanfaatkan produk yang jarang di konsumsi oleh masyarakat sehingga memiliki nilai guna yang tinggi,
4. Menambahkan ilmu pengetahuan tentang kandungan yang terdapat didalam minuman buah *black mulberry* yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan, dan

5. Penelitian ini juga bermanfaat untuk para petani buah *black mulberry* dengan meningkatkan kebutuhan pangan terhadap buah *black mulberry* tersebut

ROAD MAP PENELITIAN

OUTPUT	<p>Alat Pulper Seminar ICSAF 2016 Faculty Of Agricultural Technology Soegijapranata Catholic University</p>	<p><i>Prosiding Nasional Prosiding Internasional</i></p>	<p><i>Prosiding Nasional Prosiding Internasional</i></p>
RISET	<p>RANCANG BANGUN ALAT PULPER DALAM UPAYA MENINGKATKAN KUALITAS PRODUKSI JUICE <i>BLACK MULLBERRY (Morus nigra)</i></p>	<p>OPTIMALISASI FORMULASI MINUMAN FUNGSIONAL <i>BLACK MULBERRY (Morus alba. L)</i> DENGAN <i>DESIGN EKSPERT</i> METODE <i>D- OPTIMAL</i> TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIKA DAN ORGANOLEPTIK</p>	<p>PENDUGAAN UMUR SIMPAN JUICE <i>BLACK MULLBERRY (Morus nigra)</i></p>
METODE PENGUJIAN	<ul style="list-style-type: none"> • Merancang/mendesain gambar • Perancangan alatpulper • Pembuatan alatpulper 	<p>Respon Organoleptik warna, aroma, rasa dan kekentalan. Rancangan Respon Kimia kandungan flavonoid dan polifenol. Rancangan Respon Fisika Uji kekentalan</p>	<p>Penentuan umur simpan Metode Arrhenius</p>
TAHUN KEGIATAN	<p>2014-2015 Biaya BADAN PENELITIAN PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN IPTEK (BP3IPTEK)</p>		<p>2017</p>
			<p>2018</p>

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah *Black Mulberry* (*Morus nigra L.*) yang didapat dari daerah Cibodas Bandung, gula rendah kalori yaitu stevia 5%, pektin, Na Benzoat 1000 ppm, Asam sitrat 0,1% dan garam dapur 0,1 M sebagai bahan penunjang.

Bahan kimia yang digunakan dalam analisis kimia adalah untuk pengujian vitamin C yaitu iodine 0,01 N dan amilum, dan untuk pengujian mikroba total yaitu PCA (*Plate Count Agar*).

4.2. Alat-alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan minuman sari buah *Black Mulberry* (*Morus nigra L.*) yaitu *Juicer*, meja, panci, kompor, sendok, neraca digital, mangkuk, dan spatula kayu. Alat-alat yang digunakan dalam analisis kimia adalah timbangan digital, pipet, gelas ukur, labu *Erlenmeyer*, botol timbang, filler, gelas kimia, labu ukur, pH meter, dan pendingin (kulkas).

4.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian tahun ke dua ini dibagi dalam 2 tahap, yaitu Penelitian Tahap 1 dan Penelitian Tahap 2.

4.3.1. Penelitian Tahap 1

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan minuman sari buah *black mulberry* untuk mendapatkan suhu pasteurisasi yang sesuai diantara suhu pasteurisasi 70°C dan 65°C dengan waktu masing-masing 20 menit. Dari penelitian ini dilakukan pengamatan respon kimia (penentuan vitamin C) dan organoleptik (warna dan rasa) hingga produk sudah tidak dapat diterima lagi oleh konsumen.

4.3.2. Penelitian Tahap 2

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari tahap 1. Penelitian ini terdiri dari rancangan perlakuan, rancangan percobaan, rancangan analisis, dan rancangan respon.

4.3.2.1. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan pada penelitian utama adalah menentukan umur simpan dari minuman sari buah *black mulberry* yang dikemas oleh 3 jenis kemasan yang berbeda diantaranya yaitu : Gelas, HDPE, dan PET, dengan suhu pasteurisasi yang sebelumnya telah ditentukan pada penelitian pendahuluan.

4.2.2.2. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah mencari umur simpan minuman sari buah *black mulberry* dengan suhu penyimpanan di suhu 5⁰C, 15⁰C, dan 25⁰C. Pengamatan dan analisa kimia dilakukan selama 6 hari setiap 2 hari sekali meliputi respon kimia (Vitamin C), respon mikrobiologi (total mikroba) dan respon fisik (pH). Setelah itu dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Arrhenius*.

Tabel 4. Hasil Analisis Kimia dan Analisis Mikrobiologis

Lama Penyimpanan (Hari)	Vitamin C (%)			Total Mikroba		
	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0						
2						
4						
6						

Hasil dari data dalam tabel tersebut kemudian di plot kedalam bentuk kurva sehingga akan didapatkan regresi liniernya, persamaan regresi linier :

Persamaan regresi linier :

$$Y = a + bx$$

Keterangan :

y = nilai analisis

a = nilai analisis pada saat mulai disimpan

b = laju nilai analisis (k)

x = waktu simpan (hari)

Dengan demikian, untuk penyimpanan pada suhu 5⁰C dan 24⁰C persamaan regresinya adalah :

Suhu 5⁰C : y = a + bx

Suhu 24⁰C : y = a + bx

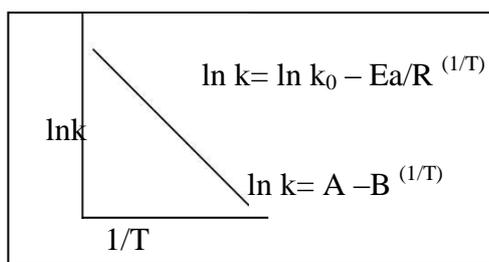
Selanjutnya apabila nilai-nilai k ini diterapkan dalam rumus Arrhenius, yaitu:

$$\ln k = \ln k_0 - Ea/RT$$

Karena $\ln k_0$ dan $-E/R$ merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln k = A + B (1/T)$$

Sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam sebuah grafik, maka akan diperoleh gambar sebagai berikut:



Dengan demikian besarnya nilai Ea dapat diperoleh, yaitu sebagai berikut:

$$-Ea/R = B$$

Dimana nilai slope B dihasilkan dari persamaan regresi linier antara $\ln k$ dan $1/T$, dan nilai k_0 diperoleh sebagai berikut:

$$\ln k_0 = A$$

Dengan demikian model atau persamaan untuk laju penurunan mutu tersebut adalah:

$$k = k_0 e^{-B/RT}$$

Dimana :

k = konstanta penurunan mutu

ko = konstanta (tidak tergantung pada suhu)

Ea = energi aktivasi

T = suhu mutlak ($^{\circ}\text{C} + 273$)

Penentuan nilai ts (umur simpan) dengan mengikuti reaksi ordo satu, menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$ts = \frac{\ln(Ao/At)}{k}$$

ts = umur simpan (hari)

Ao = nilai mutu awal

At = nilai batas kritis

k = konstanta penurunan mutu pada suhu T (Syarief, R dan H. Halid, 1993).

4.3.2.2. Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan percobaan diatas, maka rancangan analisis yang dilakukan pada minuman sari buah *black mulberry* ini adalah pendugaan umur simpan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil analisis kimia dan analisis mikrobiologi dengan metode *Arrhenius* sehingga didapat konstanta penurunan mutu (k).

4.3.2.3. Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada pembuatan minuman sari buah *black mulberry* ini terdiri dari rancangan respon kimia (Vitamin C), respon fisika (pH), dan mikrobiologi (total mikroba).

4.3.2.3.1. Respon Kimia Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

Analisis yang dilakukan terhadap minuman sari buah *black mulberry* diantaranya adalah :

a. Vitamin C

Analisis kadar vitamin C terhadap minuman sari buah *black mulberry* dilakukan dengan metode titrasi iodin menggunakan larutan baku iodin 0,01 N dengan indikator amilum. Akhir titrasi ditandai dengan terjadinya warna biru dari iod amilum (Sudarmadji, 2010).

4.3.2.3.2. Respon Fisika Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

Respon fisika yang dilakukan terhadap minuman sari buah *black mulberry* yaitu pengujian pH menggunakan pH meter.

4.3.2.3.3. Respon Mikrobiologi Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

Respon mikrobiologi yang dilakukan terhadap minuman sari buah *black mulberry* yaitu analisis total mikroba menggunakan metode *Total Plate Count* dengan media PCA (*Plate Count Agar*).

4.3.2.3.4. Respon Organoleptik Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

Respon organoleptik ini dilakukan terhadap 30 orang panelis dengan atribut penilaian warna dan rasa dengan skala penilaian yaitu sebagai berikut :

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

Sampel	Atribut	
	Warna	Rasa
710		
625		

4.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pembuatan minuman sari buah *black mulberry* dilakukan dalam dua tahap yaitu prosedur penelitian tahap 1 dan penelitian tahap 2.

4.4.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan

Prosedur penelitian pendahuluan pembuatan minuman sari buah *black mulberry* adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman sari buah *black mulberry* adalah *black mulberry*, air minum, gula rendah kalori yaitu stevia, pektin, Natrium benzoat, Asam sitrat, dan garam dapur.

2. Pencucian

Proses pencucian ini dilakukan kepada buah *black mulberry*. Dimana *black mulberry* dicuci dengan menggunakan air bersih yang ditampung didalam wadah untuk menghilangkan kotoran pada buah yang akan digunakan sebagai minuman sari buah.

3. Penghancuran

Buah *black mulberry* yang telah dilakukan pencucian kemudian dilakukan penghancuran dengan menggunakan alat penghancur berupa *juicer*.

4. Penyaringan

Sari buah yang dihasilkan dari penghancuran kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain saring. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan sari buah yang maksimal tanpa adanya ampas dan endapan yang tersisa.

5. Pencampuran

Proses pencampuran ini dilakukan 3 kali yaitu pencampuran 1, pencampuran 2 dan pencampuran 3. Dimana untuk pencampuran 1 yaitu pencampuran antara sari buah dengan air minum, pencampuran kedua yaitu pencampuran dengan gula stevia konsentrasi 5% dan pencampuran ke 3 yaitu hasil pencampuran 1 dan 2 ditambahkan bahan penunjang seperti natrium benzoat 1000 ppm, asam sitrat 0,1 %, pektin dan garam dapur 0,1 M.

6. Pasteurisasi

Sari buah *black mulberry* ini kemudian dilakukan proses pasteurisasi dengan menggunakan panci *stainless steel* pada suhu 70⁰C selama 20 menit dan suhu 65⁰ selama 20 menit. Dimana pasteurisasi bertujuan untuk membunuh bakteri pathogen yang berbahaya ditinjau dari kesehatan masyarakat, sedangkan sporanya masih hidup. Pasteurisasi juga bertujuan untuk memperpanjang daya simpan dengan jalan mematikan bakteri dan menonaktifkan enzim pada sari buah.

7. Pengemasan

Proses pengemasan dilakukan menggunakan tiga macam jenis kemasan yaitu botol gelas. Adapun diagram alir prosedur penelitian utama pembuatan minuman sari buah *black mulberry* dapat dilihat pada gambar 3.

4.4.2. Prosedur Penelitian Tahap 2

Prosedur penelitian ini pembuatan minuman sari buah *black mulberry* adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman sari buah *black mulberry* adalah *black mulberry*, air minum, gula rendah kalori yaitu stevia, pektin, Natrium benzoat, Asam sitrat, dan garam dapur

2. Pencucian

Proses pencucian ini dilakukan kepada buah *black mulberry*. Dimana *black mulberry* dicuci dengan menggunakan air bersih yang ditampung didalam wadah untuk menghilangkan kotoran pada buah yang akan digunakan sebagai minuman sari buah.

3. Penghancuran

Buah *black mulberry* yang telah dilakukan pencucian kemudian dilakukan penghancuran dengan menggunakan alat penghancur berupa *juicer*.

4. Penyaringan

Sari buah yang dihasilkan dari penghancuran kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain saring. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan sari buah yang maksimal tanpa adanya ampas dan endapan yang tersisa.

5. Pencampuran

Proses pencampuran ini dilakukan 3 kali yaitu pencampuran 1, pencampuran 2 dan pencampuran 3. Dimana untuk pencampuran 1 yaitu pencampuran antara sari buah dengan air minum, pencampuran kedua yaitu pencampuran dengan gula stevia konsentrasi 5% dan pencampuran ke 3 yaitu hasil pencampuran 1 dan 2 ditambahkan bahan penunjang seperti natrium benzoat 1000 ppm, asam sitrat 0,1 %, pektin dan garam dapur 0,1 M.

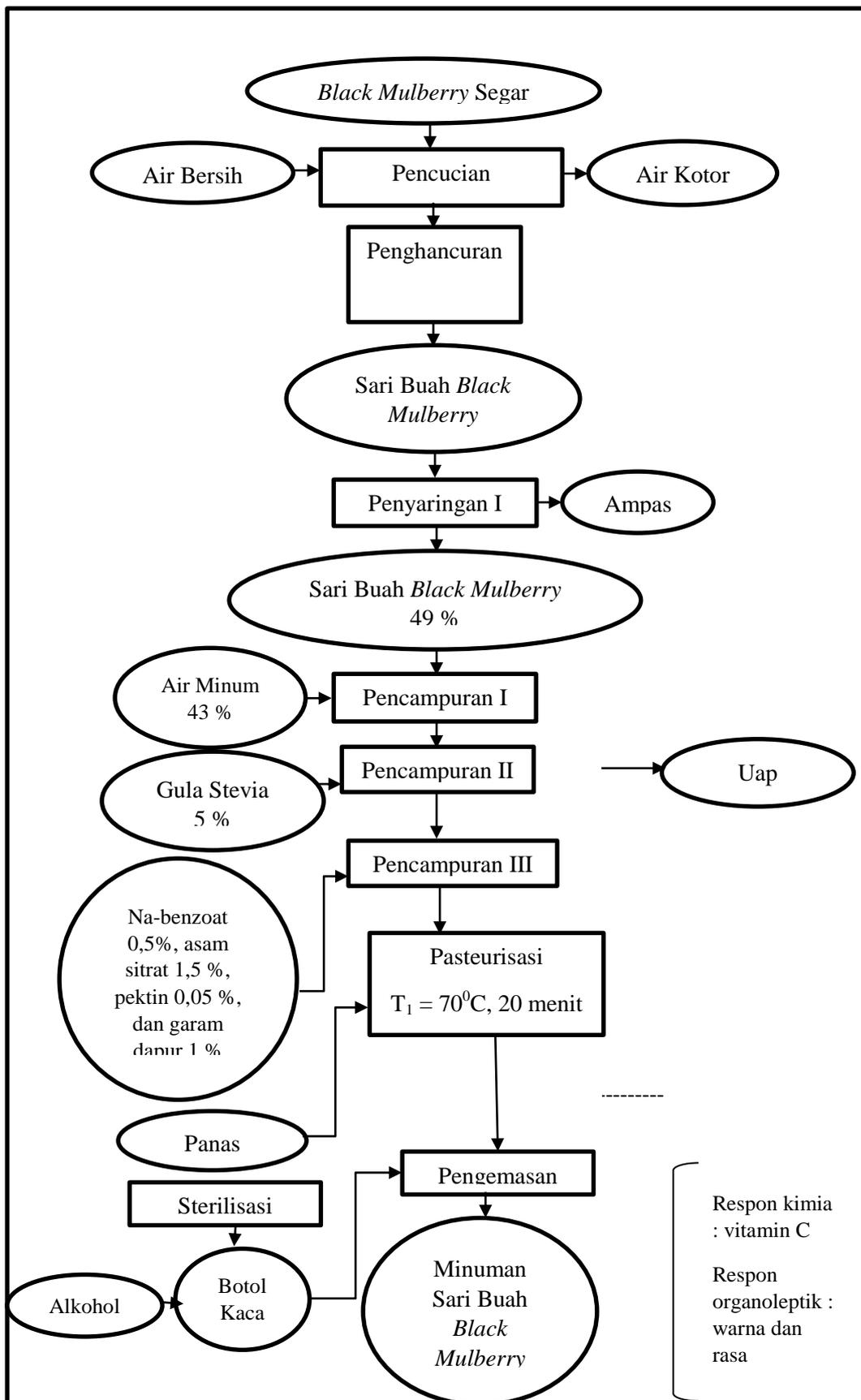
6. Pasteurisasi

Sari buah *black mulberry* ini kemudian dilakukan proses pasteurisasi dengan menggunakan panci *stainless steel*. Dimana pasteurisasi bertujuan untuk membunuh bakteri pathogen yang berbahaya ditinjau dari kesehatan masyarakat, sedangkan sporanya masih hidup. Pasteurisasi juga bertujuan untuk memperpanjang daya simpan dengan jalan mematikan bakteri dan menonaktifkan enzim pada sari buah.

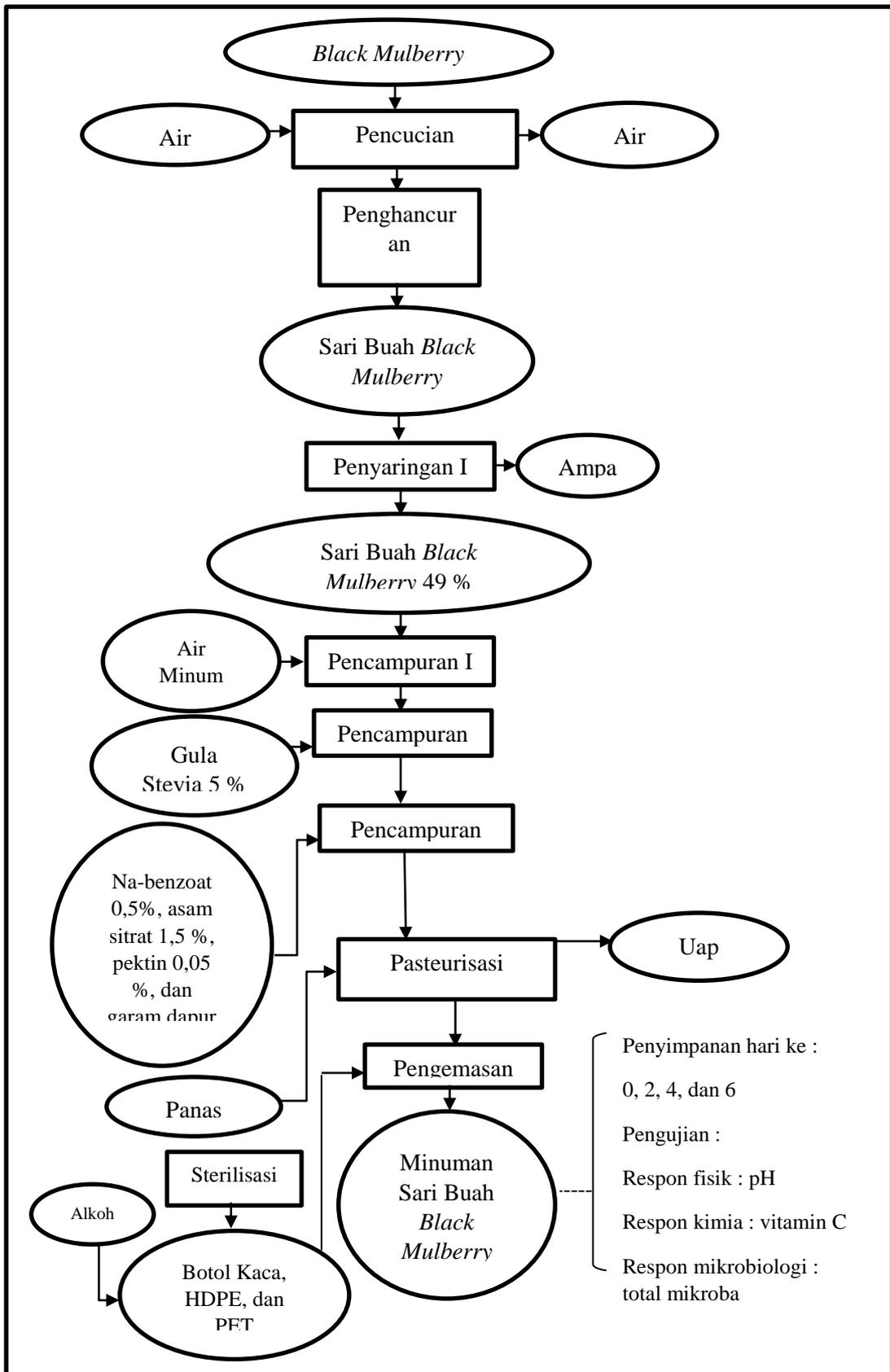
7. Pengemasan

Proses pengemasan dilakukan menggunakan tiga macam jenis kemasan yaitu botol gelas, HDPE, dan PET. Adapun diagram alir prosedur penelitian utama pembuatan minuman sari buah *black mulberry* dapat dilihat pada gambar 4.

Setelah didapatkan minuman sari buah *black mulberry* maka dilakukan penyimpanan selama 6 hari dan setiap 2 hari dilakukan pengamatan dan analisis respon kimia (vitamin), respon fisika (pH), respon mikrobiologi (total mikroba), dan respon organoleptik (warna dan rasa)

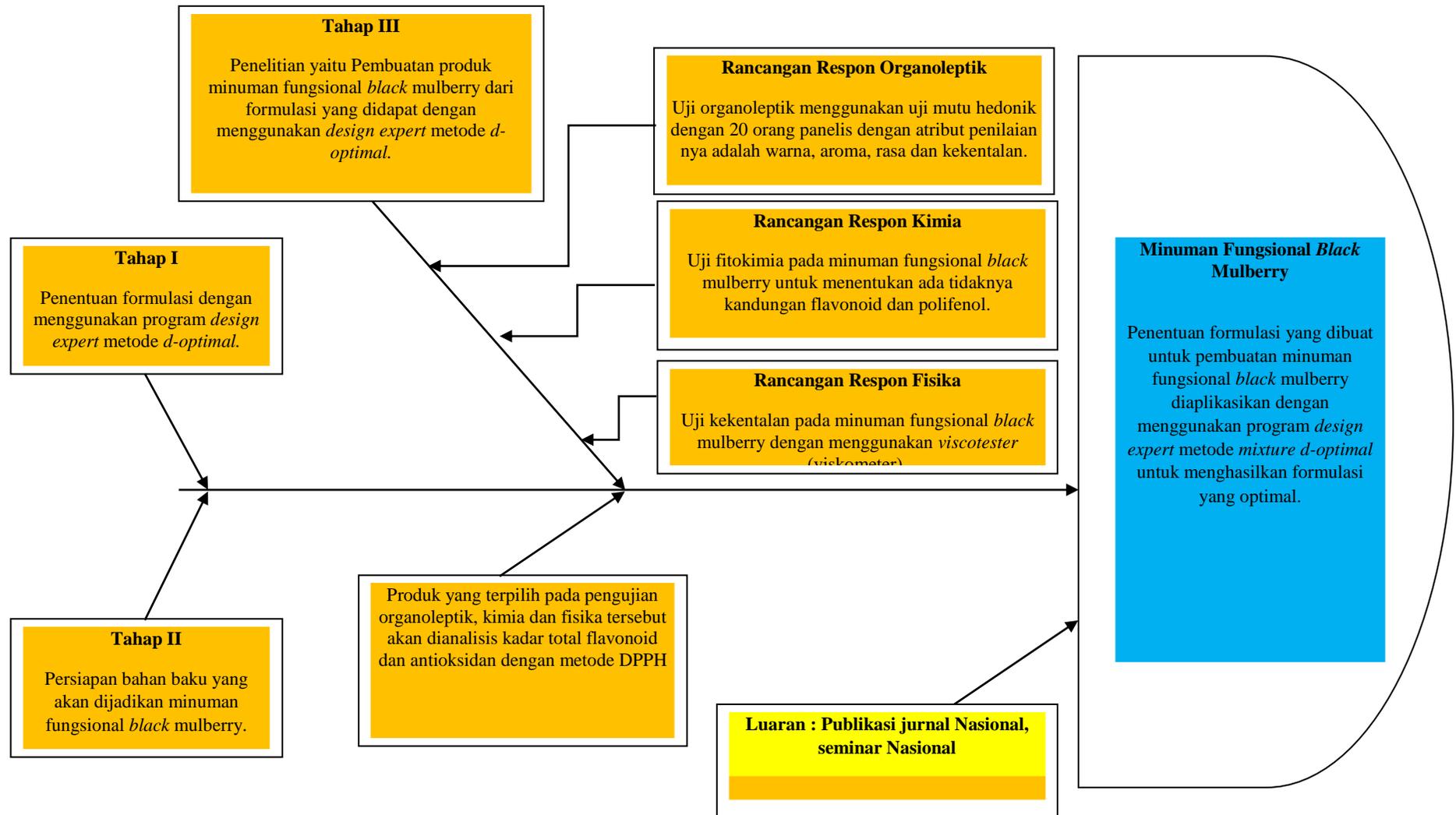


Gambar 8. Diagram Alir Prosedur Penelitian Tahap 1 Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

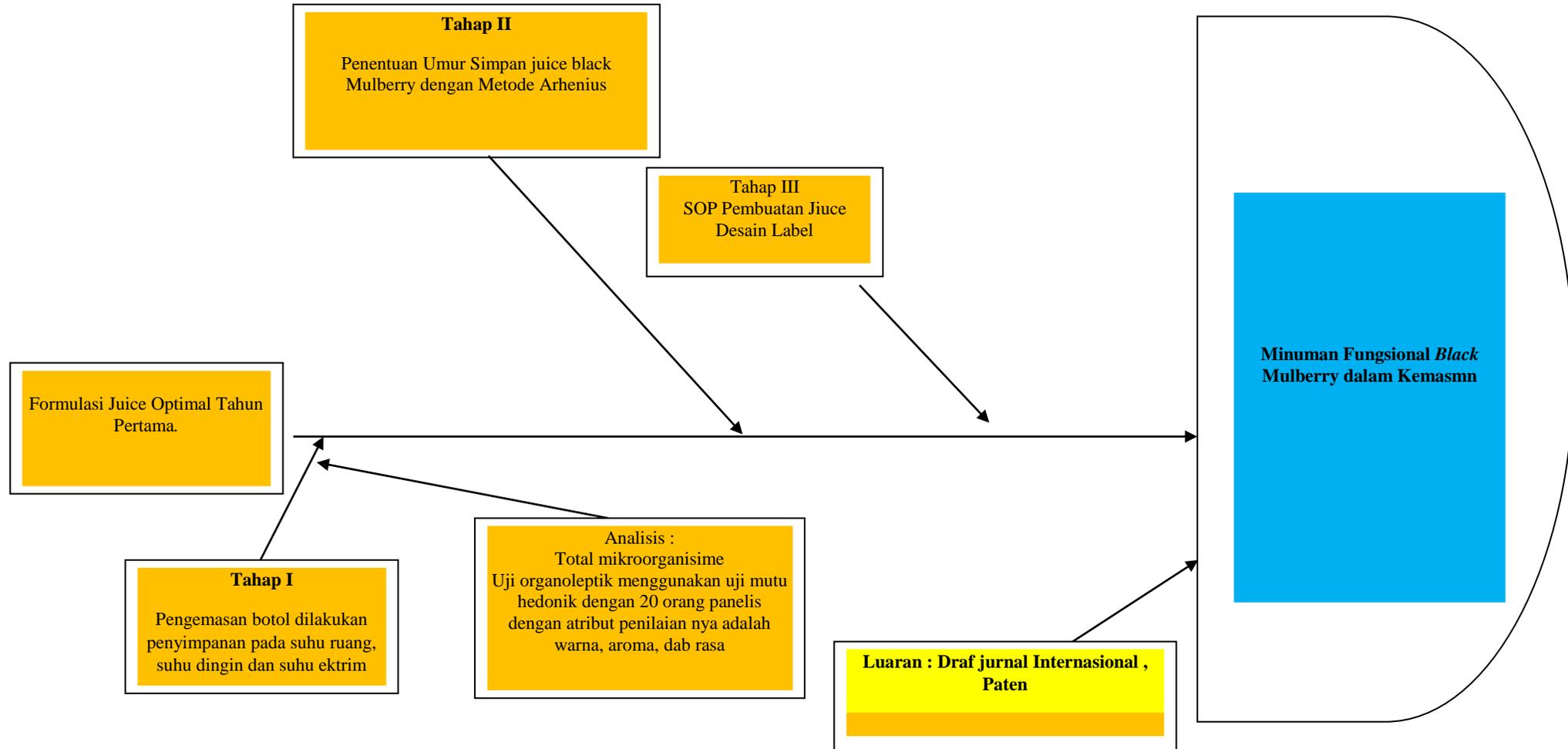


Gambar 9. Diagram Alir Prosedur Penelitian Tahap 2 Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

SISTEMATIKA METODE KEGIATAN PENELITIAN (*FISHBONE DIAGRAM*) TAHUN PERTAMA



SISTEMATIKA METODE KEGIATAN PENELITIAN (*FISHBONE DIAGRAM*) TAHUN KEDUA



BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Penelitian Tahap 1

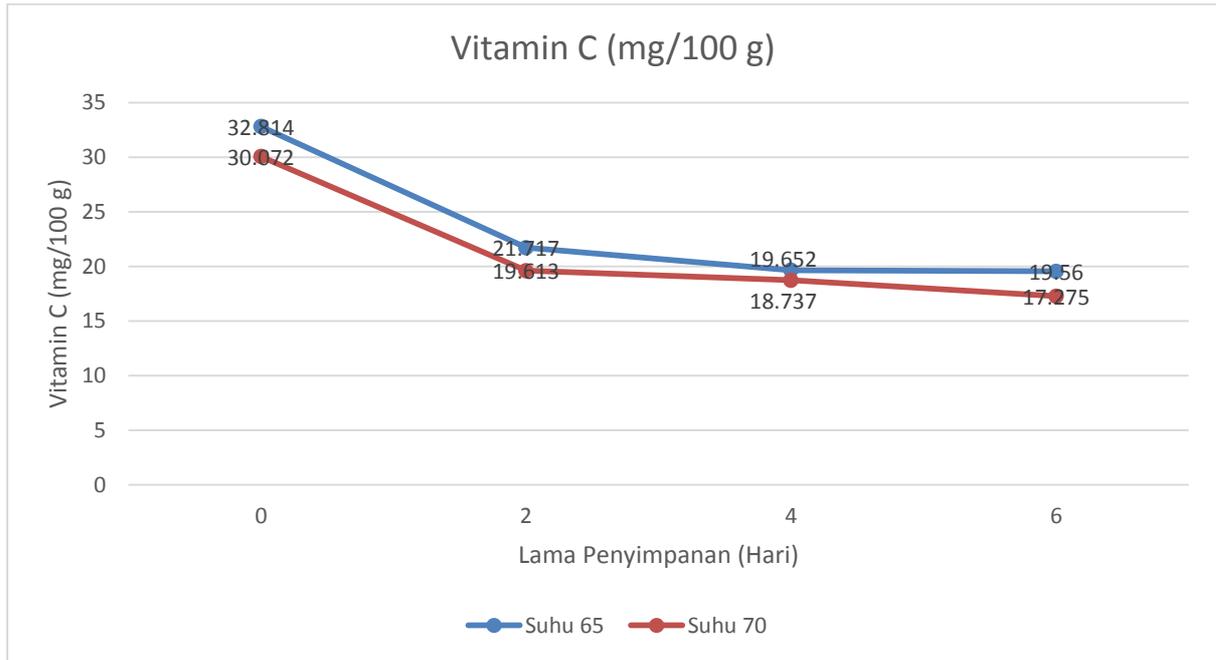
Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan minuman sari buah *black mulberry* untuk mendapatkan suhu pasteurisasi yang sesuai diantara suhu pasteurisasi 70⁰C dan 65⁰C dengan waktu masing-masing 20 menit dengan penyimpanan selama 10 hari. Dari penelitian ini dilakukan pengamatan respon kimia (penentuan vitamin C) dan organoleptik (warna dan rasa) yang dilakukan setiap hari 0, 2, 4, 6, 8, 10 hingga produk sudah tidak dapat diterima lagi oleh konsumen.

Berdasarkan hasil penelitian ini terhadap uji organoleptik dapat dilihat pada tabel 6. Pada hari ke 0 dalam hal atribut warna dan rasa tidak berbeda nyata, hanya saja pada hari ke 2 dalam hal atribut rasa berbeda nyata, tetapi untuk atribut warna hingga hari ke 4 dilihat dari atribut warna, dan rasa tidak berbeda nyata, sedangkan pada hari ke 6 dari hal atribut warna dan rasa berbeda nyata serta jika dilihat dari data asli yang diperoleh untuk kode sampel 625 (65⁰C) lebih banyak unggul apabila dibandingkan dengan kode sampel 710 (70⁰C).

Sedangkan berdasarkan hasil penelitian ini terhadap penentuan kadar vitamin C dapat dilihat pada gambar 8. Kadar vitamin C kedua sampel, sampel kode 625 (65⁰C) memiliki kadar vitamin C lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sampel kode 710 (70⁰C). Sehingga jika dilihat dari hasil pengamatan dibawah ini, didapatkan suhu pasteurisasi terpilih yakni kode sampel 625 dengan suhu 65⁰C dan lama penyimpanan selama 6 hari.

Tabel 5. Data hasil uji organoleptik metode uji hedonik

Kode	Hari ke 0		Hari ke 2		Hari ke 4		Hari ke 6	
	Warna	Rasa	Warna	Rasa	Warna	Rasa	Warna	Rasa
625	5,6	4,6	5,2	3,7	4,9	4,3	5,4	4,4
710	5,5	4,3	5,4	4,3	4,7	3,9	5,03	4,03



Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Vitamin C Terhadap Lama Penyimpanan (Pendahuluan)

Suhu pasteurisasi yang terpilih yaitu 65°C . Berdasarkan pada gambar 8. Dapat dilihat bahwa kadar vitamin C sari buah black mulberry pada suhu pasteurisasi 65°C yaitu sebesar 32,814 mg/100 g yang semakin turun selama penyimpanan, sedangkan pada suhu pasteurisasi 70°C yaitu sebesar 30,072 mg/100 g yang semakin turun selama penyimpanan.

Semakin tinggi suhu pemanasan maka kadar vitamin C itu sendiri akan semakin turun. Hal itu dikarenakan vitamin C akan mudah terdegradasi oleh adanya suhu tinggi. Karena pada suhu tinggi molekul-molekul penyusun vitamin C terputus ikatannya sehingga vitamin C menjadi terurai atau rusak.

Penurunan kadar vitamin C disebabkan karena asam askorbat bersifat tidak stabil dan sensitif terhadap panas serta teroksidasi jika terkena udara dan suhu tinggi. Semakin tinggi suhu pasteurisasi kecepatan oksidasi asam askorbat akan meningkat. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu pasteurisasi penurunan vitamin C terlihat semakin besar (Hellen, dkk. 2000).

Selain itu menurut Dewi, E.T (2008), suhu pemanasan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya dekomposisi dan perubahan struktur pigmen sehingga terjadi pemucatan dan penurunan stabilitas warna. Hal ini dapat dilihat dari kecenderungan panelis yang lebih menyukai warna yang dimiliki sampel dengan suhu pasteurisasi 65°C .

Minuman sari buah *black mulberry* setelah disimpan pada hari ke 6 telah mengalami berbagai perubahan seperti teksturnya yang menjadi kental, rasa menjadi asam dan berbusa.

Menurut Purnawijayanti (2001), pada makanan yang mengandung gula setelah mengalami kerusakan akan menghasilkan gas sehingga bebusa. Selain itu mikroba dalam bahan pangan dapat membentuk lendir, gas, busa, warna berubah, asam, toksin dan lain-lain. Misalnya karbohidrat menjadi gula sederhana atau asam organik yang akhirnya menyebabkan penurunan pH.

Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui umur simpan minuman sari buah black mulberry menggunakan perhitungan *Arhenius* pada suhu penyimpanan 5⁰C, 15⁰C, dan 25⁰C dan pengaruhnya dengan jenis pengemasan yang digunakan yaitu gelas, PET, dan HDPE. Respon penelitian utama pada produk ini terdiri dari respon kimia berupa penentuan kadar vitamin C, respon fisika berupa penentuan pH, dan respon mikrobiologi berupa penentuan angka lempeng total.

Respon Kimia (Penentuan Kadar Vitamin C)

Vitamin C merupakan komponen yang tidak stabil. Dalam keadaan kering stabil di udara, dalam larutan cepat teroksidasi. Vitamin C memiliki tingkat kelarutan yang mudah dalam air namun agak sukar larut dalam etanol dan tidak larut dalam kloroform, eter serta benzene, minyak dan sejenisnya (Winarno, 2002).

Data hasil kadar vitamin C pada minuman sari buah *black mulberry* dengan menggunakan tiga pengemasan yang berbeda, dapat dilihat bahwa kadar vitamin c cenderung turun selama berlangsungnya penyimpanan pada suhu 5⁰C, 15⁰C dan 25⁰C pada masing-masing kemasan. Semakin tinggi suhu penyimpanan semakin menurun kadar vitamin C pada produk.

Tabel 6. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan Gelas Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	Kadar Vitamin C (mg/100 g)		
	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0	29.30	29.30	29.13
2	28.46	26.37	26.10
4	27.36	24.63	24.27
6	26.56	23.81	23.62

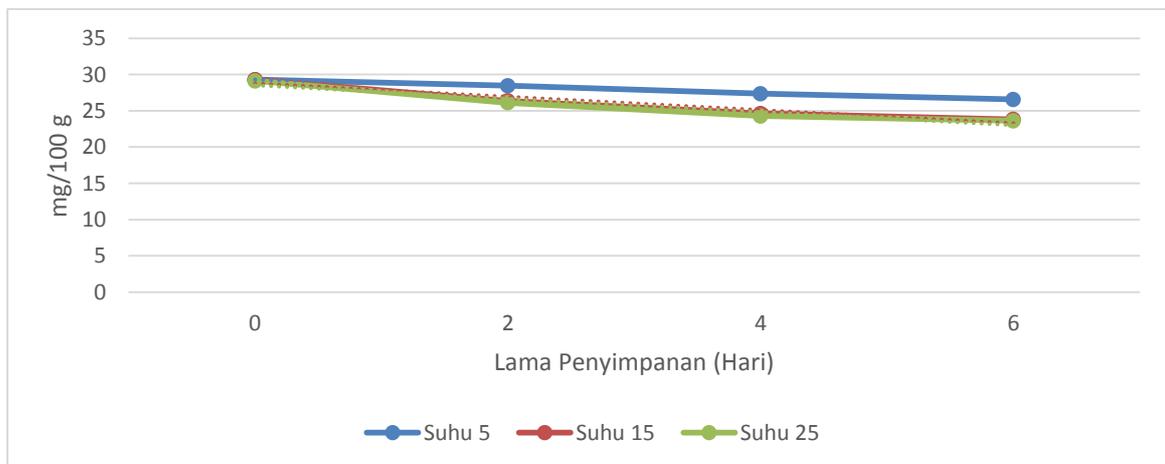
Tabel 7. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan PET Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	Kadar Vitamin C (mg/100 g)		
	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0	27.47	26.74	26.74
2	27.29	25.64	26.102
4	26.56	25.003	24.73
6	25.82	24.72	23.75

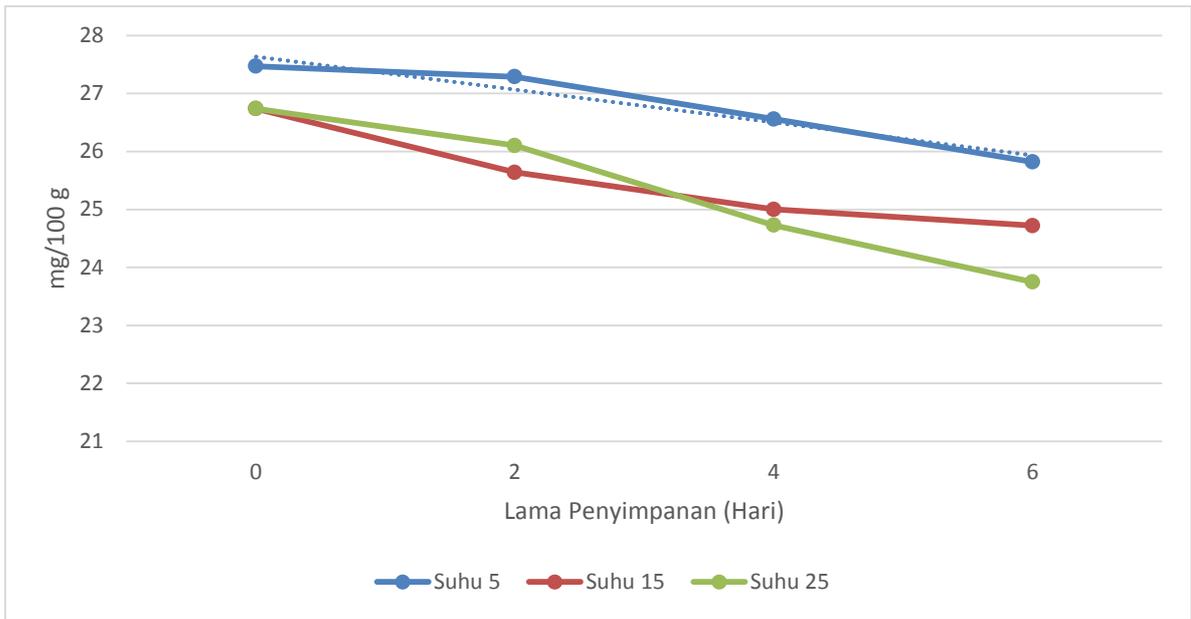
Tabel 8. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan HDPE Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	Kadar Vitamin C (mg/100 g)		
	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0	27.20	27.29	26.56
2	27.13	25.9	26.45
4	25.91	25.54	25.64
6	25.79	25.15	23.35

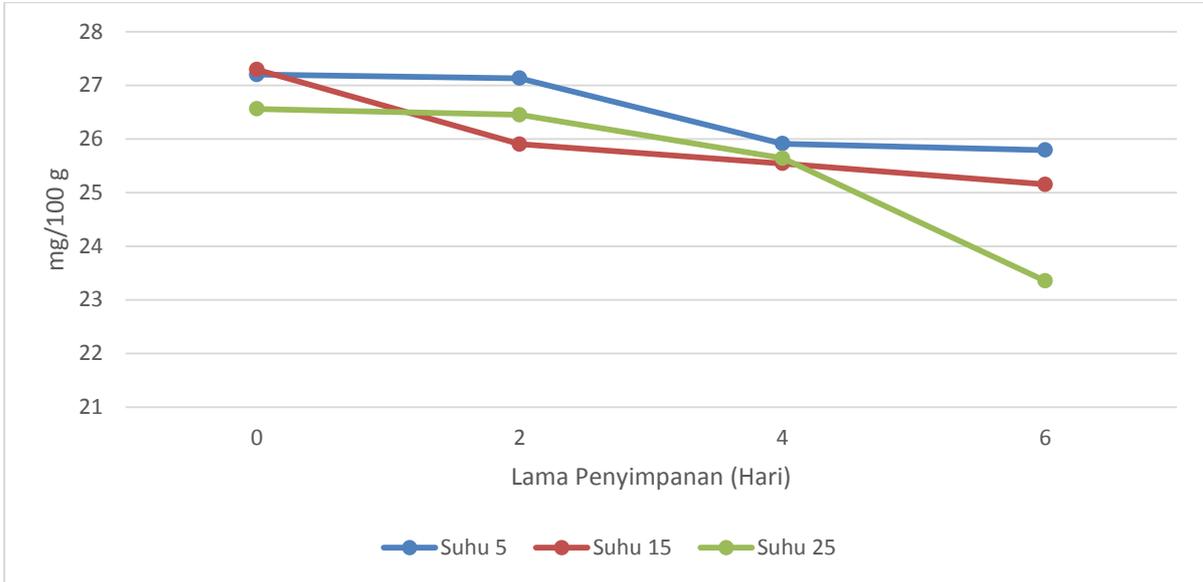
Berdasarkan hasil analisis kadar vitamin C terhadap sampel minuman sari buah *black mulberry* di atas dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan kadar vitamin C selama penyimpanan pada suhu 5⁰, 15⁰C dan suhu 25⁰C. Untuk lebih jelasnya data tersebut dapat diplotkan ke dalam sebuah grafik, dan dapat dilihat pada gambar 9, 10, dan 11.



Gambar 11. Grafik Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan Gelas



Gambar 12. Grafik Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan PET



Gambar 13. Grafik Kadar Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan HDPE

Vitamin C merupakan salah satu komponen nutrisi pangan yang mudah mengalami kerusakan oleh adanya proses pengolahan. Menurut Winarno (1992), vitamin C mudah

teroksidasi dan proses tersebut dipercepat oleh panas, sinar, alkali, enzim, oksidator serta oleh katalis tembaga dan besi. Namun selain itu penyebab utama hilangnya vitamin C adalah oleh reaksi non-enzimatis.

Kadar vitamin C pada kemasan gelas contohnya dengan suhu penyimpanan 5⁰C mengalami penurunan dari 29.30 mg/100 g menjadi 26.56 mg/100 g. Penurunan kadar vitamin C pada minuman sari buah *black mulberry* tersebut selain disebabkan oleh pemanasan yang akan menyebabkan terjadinya degradasi vitamin C, penurunan juga disebabkan oleh penyimpanan. Seperti menurut Lee & Coates (1999), masalah terbesar yang berhubungan dengan kualitas sari buah yaitu dengan hilangnya vitamin C pada saat perlakuan dan penyimpanan. Meskipun mengalami penurunan namun dapat dikatakan bahwa kisaran vitamin C produk tidak mengalami penurunan yang signifikan, hal ini disebabkan menurut Winarno (2002) vitamin C memiliki sifat stabil dalam suasana asam. Berdasarkan data hasil kadar vitamin C pada sampel minuman sari buah *black mulberry* yang disimpan pada suhu yang berbeda, didapatkan persamaan regresinya:

Tabel 9. Persamaan Regresi Linier Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan Gelas

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = -0,466x + 29,318	0,996	Y = -0,015x + 3,370	0,999
15 ⁰ C	Y = -0,9105x + 28,759	0,937	Y = -0,0335x + 3,353	0,948
25 ⁰ C	Y = -0,918x + 28,534	0,922	Y = -0,0355x + 3,349	0,924

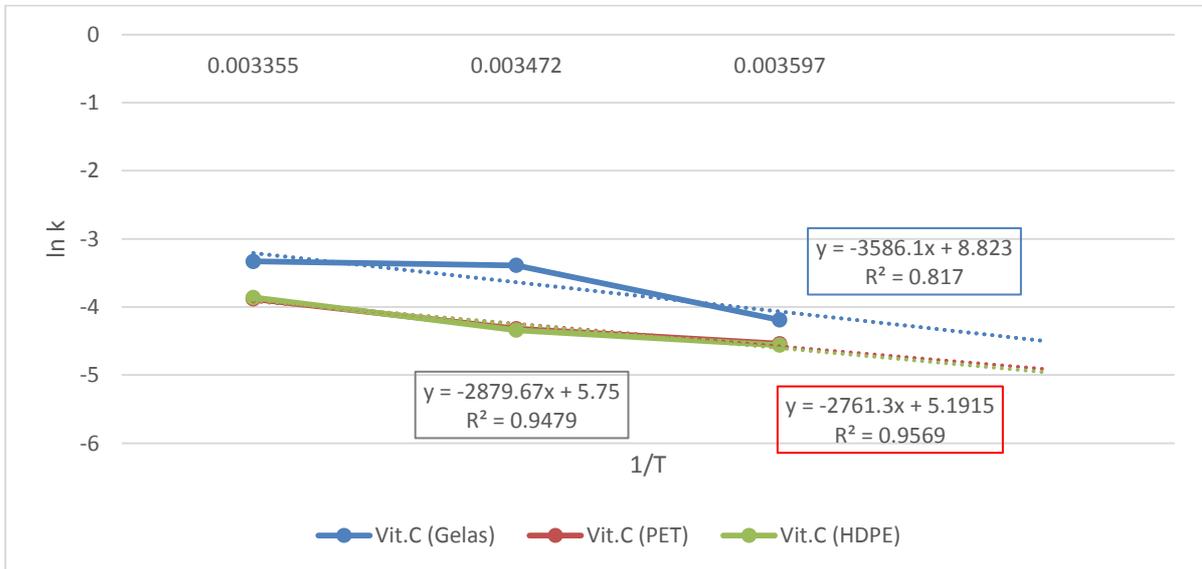
Tabel 10. Persamaan Regresi Linier Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan PET

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = -0,284x + 27,637	0,944	Y = -0,01065x + 3,3192	0,946
15 ⁰ C	Y = -0,3349x + 26,53	0,972	Y = -0,0132x + 3,2782	0,974
25 ⁰ C	Y = -0,5171x + 26,881	0,982	Y = -0,02055x + 3,292	0,980

Tabel 11. Persamaan Regresi Linier Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan HDPE

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = -0,2725x + 27,325	0,853	Y = -0,0104x + 3,307	0,859
15 ⁰ C	Y = -0,339x + 26,987	0,881	Y = -0,0130x + 3,295	0,893
25 ⁰ C	Y = -0,522x + 27,066	0,817	Y = -0,0209x + 3,299	0,806

Dari persamaan linier di atas diketahui bahwa nilai R^2 terbesar adalah R^2 pada ordo 1 sehingga perhitungan pendugaan umur simpan dilakukan menggunakan reaksi ordo 1. Selanjutnya dapat diketahui hubungan nilai $\ln k$ dengan suhu penyimpanan ($1/T$) kedalam suatu grafik seperti pada gambar 12.



Gambar 14. Grafik Hubungan $\ln k$ dan suhu Vitamin C Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

Berdasarkan grafik hubungan $\ln k$ dan suhu terhadap kadar vitamin C dalam kemasan gelas didapatkan persamaan $\ln k = 8,823 - 3586,1 (1/T)$, dan untuk kemasan PET didapatkan persamaan $\ln k = 5,1915 - 2761,3 (1/T)$, sedangkan untuk kemasan HDPE didapatkan persamaan $\ln k = 5,75 - 2879,67 (1/T)$, maka dari persamaan berikut besarnya nilai E_a (Energi aktivasi) dapat ditentukan, yaitu untuk kemasan gelas sebesar 6794,7 kal/mol, kemasan PET sebesar 5394,5 kal/mol, dan kemasan HDPE sebesar 5719,03 kal/mol.

Energi aktivasi adalah energi minimum yang harus ada pada sistem kimia untuk melangsungkan reaksi kimia. Energi suatu reaksi biasanya dilambangkan dengan E_a dalam satuan kilojoule per mol (kJ/mol). Untuk melangsungkan reaksi, setidaknya harus ada energi yang sama atau lebih dari energi aktivasi (Anonim, 2014).

Dengan demikian model persamaan untuk laju penurunan mutu dan umur simpan minuman sari buah *black mulberry* yang telah didapatkan adalah :

Tabel 12. Laju Penurunan Mutu dan Umur Simpan Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Berdasarkan Kadar Vitamin C

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kemasan	k	ts (Hari)	Q ₁₀
5	Gelas	0,0169	5,78	0,801
15		0,0261	7,21	
25		0,0397	5,28	
5	PET	0,0103	6,03	1,106
15		0,0144	5,45	
25		0,0198	5,98	
5	HDPE	0,0099	5,34	0,935
15		0,0142	5,71	
25		0,0200	6,44	

Konstanta laju penurunan mutu berdasarkan vitamin C diperoleh bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin tinggi pula konstanta laju penurunan mutu dan kadar vitamin C semakin menurun seiring meningkatnya suhu penyimpanan sehingga produk dapat lebih cepat mengalami kerusakan. Dilihat pada tabel 13 bahwa laju penurunan produk dengan kemasan PET lebih tinggi dibandingkan produk dengan kemasan gelas dan HDPE sehingga proses kerusakan produk berdasarkan vitamin C lebih cepat terjadi pada produk dengan kemasan PET. Meskipun demikian jika dilihat dari umur simpan produk minuman sari buah *black mulberry* secara keseluruhan didapatkan bahwa produk dengan kemasan gelas memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan dua kemasan lainnya, dapat dilihat selain dari lama simpannya juga dari nilai penurunan mutu setiap 10°C (Q_{10}) yang lebih kecil dibandingkan dua kemasan yang lainnya. Selain itu nilai energy aktivasi yang dimiliki kemasan gelas apabila dibandingkan dengan dua kemasan yang lainnya yaitu PET dan HDPE memiliki nilai yang lebih besar. Hal ini berarti membutuhkan energy yang sebesar tersebut untuk dapat berlangsungnya reaksi.

Kadar vitamin C pada hari ke 0 yang tidak seragam dapat diakibatkan oleh kemampuan dari kemasan masing-masing yang digunakan dalam meminimalisir keluar masuknya oksigen terhadap produk didalam kemasan tersebut. Ros Chumillas *et al* (2008) menyatakan bahwa kemasan PET monolayer memiliki kemampuan yang rendah dalam mempertahankan vitamin C dan juga memiliki umur simpan yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan PET multilayer dan kemasan gelas. Perembesan terutama terjadi pada tutup botol PET. Penggunaan HDPE

dengan tutup multilayer dan *internal barrier layer* dapat meminimalisir perembesan oksigen terlepas dari botol PET mana saja yang digunakan. Meskipun begitu penurunan vitamin C sendiri tidak terlalu signifikan dari hari ke hari.

Respon Fisik (pH)

Menurut Nielsen (2003), makanan dan minuman terdiri dari berbagai jenis asam yang dimana unsur utama pembentuk asam yaitu ion hydrogen (H^+) berperan besar. Pada larutan yang encer atau minuman, ion hydrogen berkombinasi dengan air membentuk ion hidronium (H_3O^+). Pengukuran ion hidronium (H_3O^+) bebas sangat diperlukan. Pengukuran ion hidronium (H_3O^+) bebas disebut juga nilai pH (asam aktif). Nilai pH erat kaitannya dengan total asam.

Nilai pH adalah salah satu parameter yang penting untuk diukur jika dihubungkan dengan perubahan kualitas suatu produk pangan yang disimpan. Dari data hasil penentuan pH pada minuman sari buah *black mulberry* dengan menggunakan tiga pengemasan yang berbeda, dapat dilihat bahwa pH cenderung turun selama berlangsungnya penyimpanan pada suhu $5^{\circ}C$, $15^{\circ}C$ dan $25^{\circ}C$ pada masing-masing kemasan.

Tabel 13. Hasil Penentuan pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan Gelas Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	$5^{\circ}C$	$15^{\circ}C$	$25^{\circ}C$
0	2.68	2.68	2.68
2	2.65	2.65	2.64
4	2.59	2.57	2.55
6	2.58	2.55	2.54

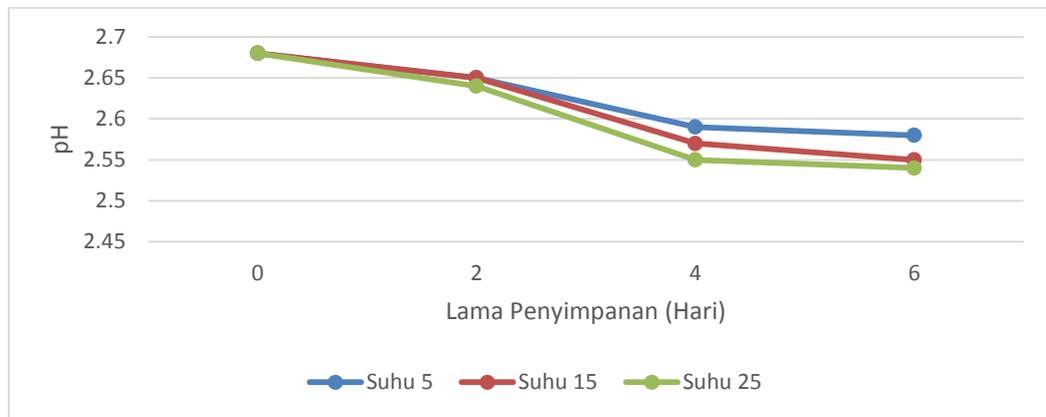
Tabel 14. Hasil Penentuan pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan PET Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	$5^{\circ}C$	$15^{\circ}C$	$25^{\circ}C$
0	2.68	2.68	2.68
2	2.67	2.67	2.66
4	2.58	2.58	2.55
6	2.56	2.55	2.54

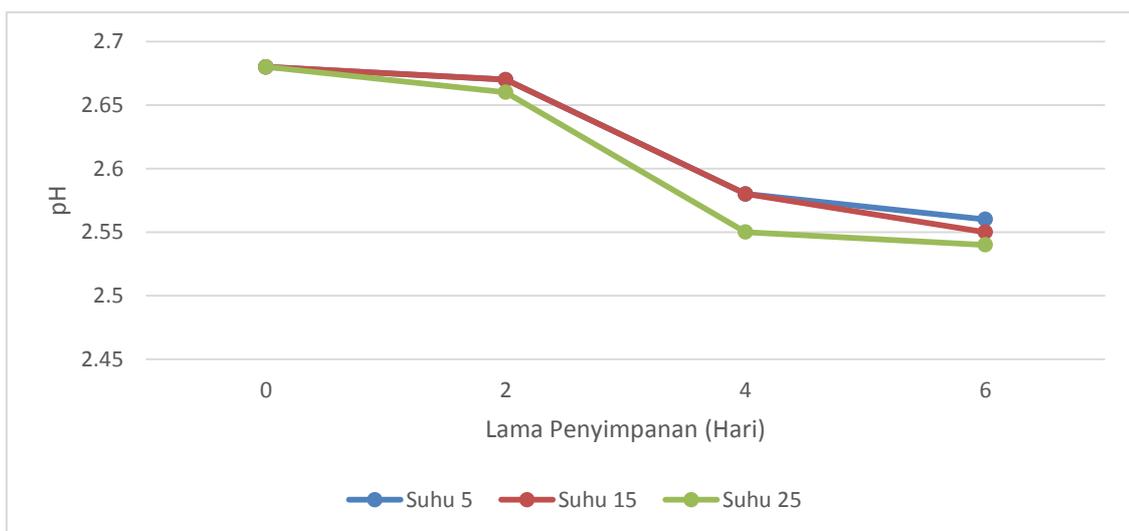
Tabel 15. Hasil Penentuan pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan HDPE Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0	2.68	2.68	2.68
2	2.65	2.65	2.62
4	2.61	2.59	2.55
6	2.57	2.57	2.54

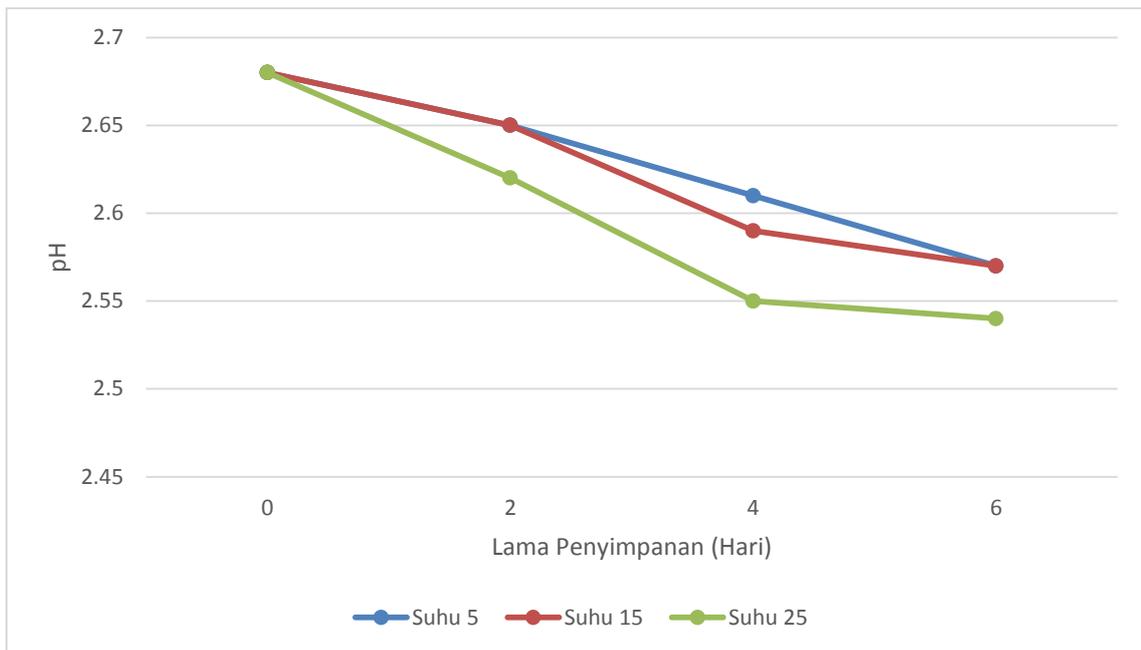
Berdasarkan hasil penentuan pH terhadap sampel minuman sari buah *black mulberry* di atas dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan pH. Untuk lebih jelasnya data tersebut dapat diplotkan ke dalam sebuah grafik, dan dapat dilihat pada gambar 13, 14, dan 15.



Gambar 15. Grafik pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan Gelas



Gambar 16. Grafik pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan PET



Gambar 17. Grafik pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan HDPE

Berdasarkan tabel 16 minuman sari buah *black mulberry* memiliki nilai pH yang berada dikisaran 2,68 yang berarti minuman sari buah *black mulberry* ini dapat dikategorikan asam, karena nilai pH produk ini berada dibawah 4. Ray (2004) menyatakan nilai pH produk jus atau sari buah berada pada kisaran 4 atau dibawah 4.

Nilai pH minuman sari buah *black mulberry* cenderung mengalami penurunan selama penyimpanan berlangsung. Meskipun mengalami penurunan namun minuman sari buah *black mulberry* yang disimpan dengan suhu rendah cenderung mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan. Menurut Merynda (2008), kondisi penyimpanan pada suhu rendah juga dapat menghambat perubahan-perubahan kimiawi sari buah murbei. Selain itu penurunan yang terjadi pada nilai pH produk dapat juga disebabkan oleh pembentukan asam oleh aktivitas mikroba, seperti asam laktat. Menurut Syarief dan Halid (1993), rasa asam yang timbul pada produk sari buah selama penyimpanan disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba.

Berdasarkan data hasil penentuan pH pada sampel minuman sari buah *black mulberry* yang disimpan pada suhu yang berbeda, didapatkan persamaan regresinya adalah

Tabel 16. Persamaan Regresi Linier pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan Gelas

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = -0,0180x + 2,679	0,939	Y = -0,0070x + 0,981	0,980
15 ⁰ C	Y = -0,0235x + 2,683	0,946	Y = -0,0090x + 0,982	0,952
25 ⁰ C	Y = -0,0255x + 2,679	0,924	Y = -0,0096x + 0,984	0,925

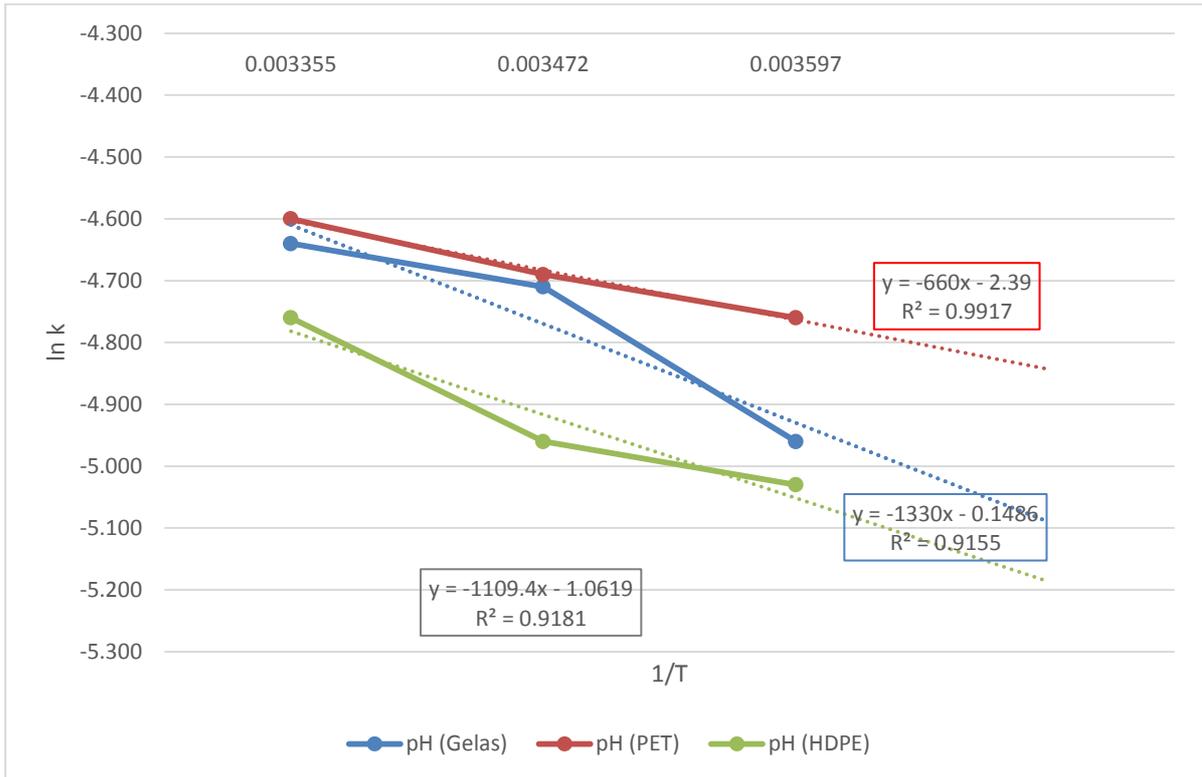
Tabel 17. Persamaan Regresi Linier pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan PET

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = -0,0225x + 2,69	0,898	Y = -0,0085x + 0,989	0,887
15 ⁰ C	Y = -0,024x + 2,69	0,904	Y = -0,0091x + 0,989	0,913
25 ⁰ C	Y = -0,0265x + 2,68	0,880	Y = -0,01x + 0,987	0,882

Tabel 18. Persamaan Regresi Linier pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan HDPE

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = -0,0185x + 2,683	0,995	Y = -0,0065x + 0,982	0,965
15 ⁰ C	Y = -0,0195x + 2,681	0,965	Y = -0,0070x + 0,981	0,980
25 ⁰ C	Y = -0,0245x + 2,671	0,932	Y = -0,0085x + 0,978	0,979

Dari persamaan linier di atas diketahui bahwa nilai R² terbesar adalah R² pada ordo 1 sehingga perhitungan pendugaan umur simpan dilakukan menggunakan reaksi ordo 1. Selanjutnya dapat diketahui hubungan nilai ln k dengan suhu penyimpanan (1/T) kedalam suatu grafik seperti pada gambar 16.



Gambar 18. Grafik Hubungan ln k dan suhu pH Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

Berdasarkan grafik hubungan ln k dan suhu terhadap penentuan pH dalam kemasan gelas didapatkan persamaan $\ln k = -0,1486 - 1330 (1/T)$, dan untuk kemasan PET didapatkan persamaan $\ln k = -2,39 - 660 (1/T)$, sedangkan untuk kemasan HDPE didapatkan persamaan $\ln k = -1,0619 - 1109,4 (1/T)$, maka dari persamaan berikut besarnya nilai E_a (Energi aktivasi) dapat ditentukan, yaitu untuk kemasan gelas sebesar 2641,38 kal/mol, kemasan PET sebesar 1310,76 kal/mol, dan kemasan HDPE sebesar 2203,2 kal/mol. Hal ini berarti membutuhkan energi sebesar 2641,38 kal/mol agar dapat terjadi reaksi pada kemasan gelas, sama halnya dengan kemasan PET yang membutuhkan energi 1310,76 kal/mol agar dapat terjadi reaksi.

Energi aktivasi adalah energi minimum yang harus ada pada sistem kimia untuk melangsungkan reaksi kimia. Energi suatu reaksi biasanya dilambangkan dengan E_a dalam satuan kilojoule per mol (kJ/mol). Untuk melangsungkan reaksi, setidaknya harus ada energi yang sama atau lebih dari energi aktivasi (Anonim, 2014).

Dengan demikian model persamaan untuk laju penurunan mutu dan umur simpan minuman sari buah *black mulberry* yang telah didapatkan adalah :

Tabel 19. Laju Penurunan Mutu dan Umur Simpan Minuman Sari Buah *Black Mulberry*
Berdasarkan Nilai pH

Suhu (⁰ C)	Kemasan	k	ts (Hari)	Q ₁₀
5	Gelas	0,0072	5,28	0,904
15		0,0085	5,84	
25		0,0099	5,39	
5	PET	0,0085	5,40	1,004
15		0,0092	5,38	
25		0,0100	5,36	
5	HDPE	0,0063	6,65	1,158
15		0,0073	5,75	
25		0,0083	3,18	

Konstanta laju penurunan mutu berdasarkan pH diperoleh bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin tinggi pula konstanta laju penurunan mutu dan nilai pH semakin menurun seiring meningkatnya suhu penyimpanan sehingga produk dapat lebih cepat mengalami kerusakan. Dilihat pada tabel 20 bahwa laju penurunan produk dengan kemasan HDPE lebih tinggi dibandingkan produk dengan kemasan gelas dan PET sehingga proses penurunan mutu berdasarkan nilai pH lebih cepat terjadi pada produk dengan kemasan HDPE. Meskipun demikian jika dilihat dari umur simpan produk minuman sari buah *black mulberry* secara keseluruhan didapatkan hasil bahwa kemasan gelas memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan dua kemasan yang lainnya, selain dilihat dari lama masa simpannya, nilai penurunan mutu setiap 10⁰C (Q₁₀) lebih kecil dibandingkan dua kemasan yang lain.

Kemasan gelas mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan diantaranya tahan terhadap kerusakan, sangat baik sebagai *barrier* terhadap benda padat, cair dan gas. Menurut Anonim (2004) di dalam buku Robertson, G. L (2010), kemasan HDPE sudah banyak digunakan untuk mengemas sari buah jeruk, tetapi memiliki kemampuan yang rendah sebagai penghalang bagi O₂.

Selain itu proses deaerasi dan jumlah O₂ pada saat pengisian produk kedalam kemasan juga merupakan tahap penting. Menurut Robertson, G. L (2010) deaerasi (penghilangan gas-gas yang larut dalam air) merupakan tahapan penting dalam pengolahan sari buah, hal ini dikarenakan adanya O₂ dapat menjadi penyebab tumbuhnya mikroba. Sedangkan rasa asam yang timbul pada produk sari buah selama penyimpanan disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba. Meskipun

begitu penurunan pH yang terjadi tidak terlalu signifikan sehingga umur simpannya pun menjadi terbatas.

Respon Mikrobiologi (Angka Lempeng Total)

Menurut Fardiaz (2000), bahan pangan atau makanan disebut busuk atau rusak jika sifat-sifatnya telah berubah sehingga tidak dapat lagi diterima sebagai makanan. Salah satu indikator kerusakan tersebut dapat dilihat dari mutu mikrobiologis.

Pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan akan mengakibatkan perubahan fisik maupun kimiawi dari suatu bahan pangan. Semakin tinggi jumlah mikroba dalam produk maka laju penurunan mutu produk juga akan semakin tinggi (Suswini, 2009).

Dari data hasil penentuan angka lempeng total pada minuman sari buah *black mulberry* dengan menggunakan tiga pengemasan yang berbeda, dapat dilihat bahwa hasil cenderung naik selama berlangsungnya penyimpanan pada suhu 5⁰C, 15⁰C dan 25⁰C pada masing-masing kemasan.

Tabel 20. Hasil Penentuan Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan Gelas Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	Total Mikroba (Σ CFU/ml)		
	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0	9,8 x 10 ²	9,8 x 10 ²	9,8 x 10 ²
2	1,01 x 10 ³	1,02 x 10 ³	1,07 x 10 ³
4	1,05 x 10 ³	1,12 x 10 ³	1,15 x 10 ³
6	1,14 x 10 ³	1,16 x 10 ³	1,27 x 10 ³

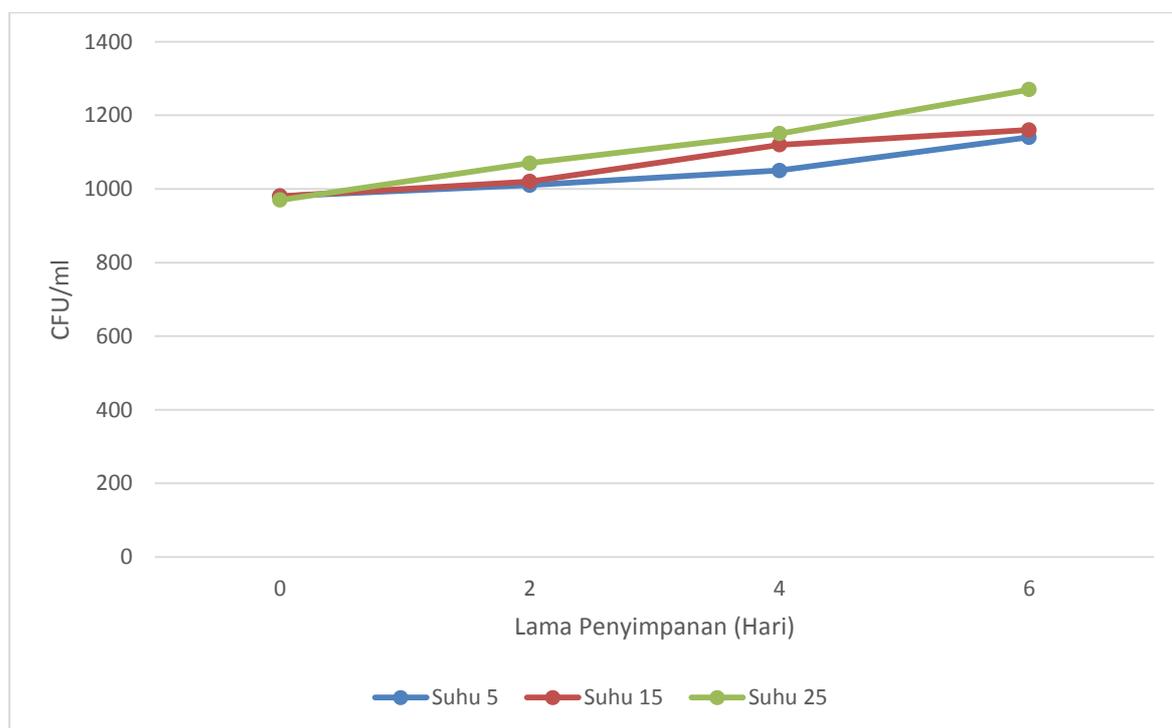
Tabel 21. Hasil Penentuan Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan PET Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	Total Mikroba (Σ CFU/ml)		
	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0	9,8 x 10 ²	9,8 x 10 ²	9,8 x 10 ²
2	1,01 x 10 ³	1,01 x 10 ³	1,16 x 10 ³
4	1,04 x 10 ³	1,11 x 10 ³	1,19 x 10 ³
6	1,16 x 10 ³	1,20 x 10 ³	1,28 x 10 ³

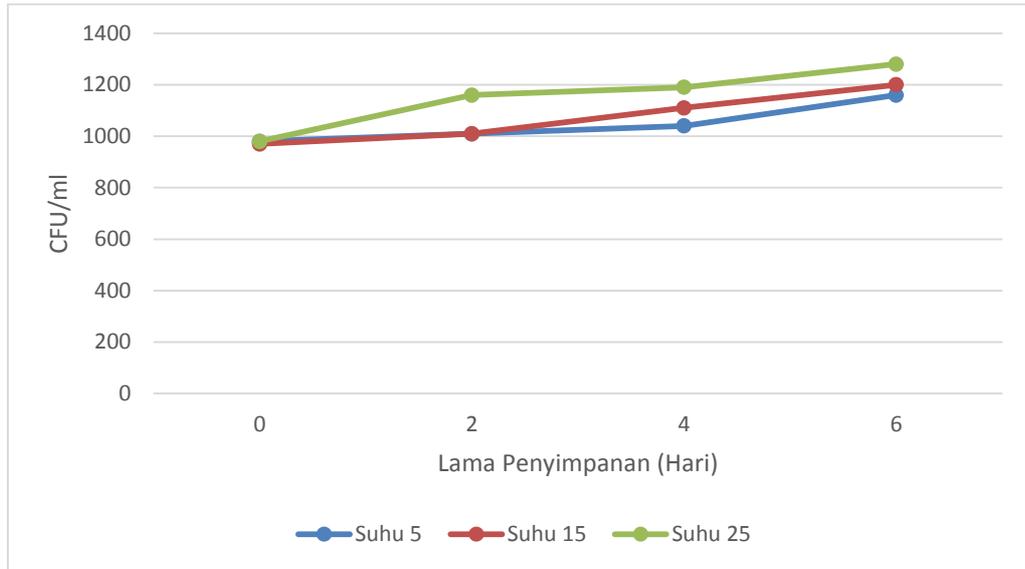
Tabel 22. Hasil Penentuan Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dengan Kemasan HDPE Selama Penyimpanan

Lama Penyimpanan (Hari)	Total Mikroba (Σ CFU/ml)		
	5 ⁰ C	15 ⁰ C	25 ⁰ C
0	9,8 x 10 ²	9,8 x 10 ²	9,8 x 10 ²
2	1,03 x 10 ³	1,09 x 10 ³	1,11 x 10 ³
4	1,05 x 10 ³	1,12 x 10 ³	1,18 x 10 ³
6	1,18 x 10 ³	1,25 x 10 ³	1,31 x 10 ³

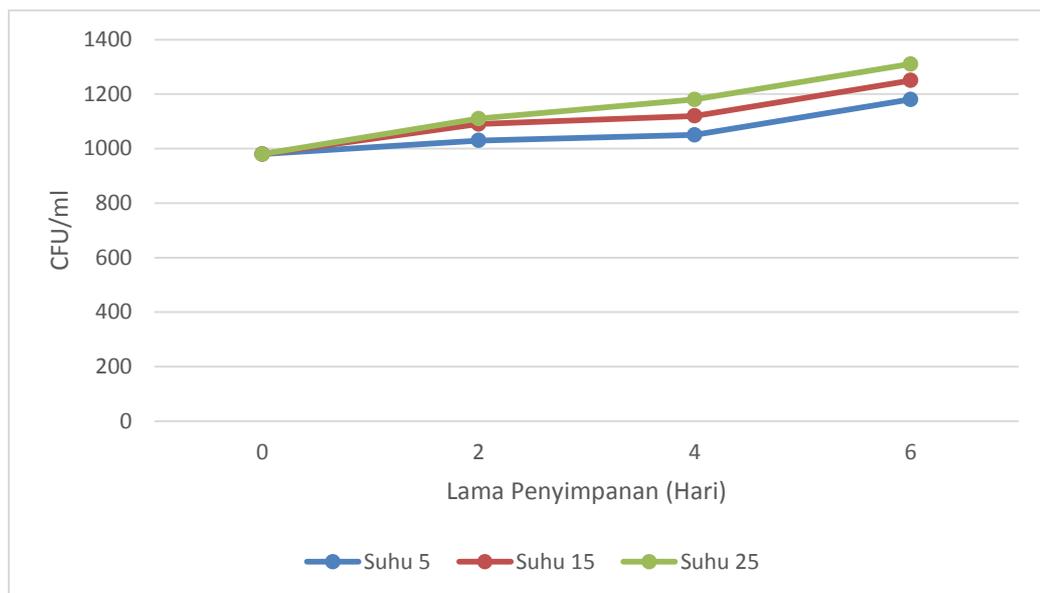
Berdasarkan hasil penentuan Angka Lempeng Total terhadap sampel minuman sari buah *black mulberry* di atas dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan selama penyimpanan berlangsung. Untuk lebih jelasnya data tersebut dapat diplotkan ke dalam sebuah grafik, dan dapat dilihat pada gambar 17, 18 dan 19.



Gambar 19. Grafik Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan Gelas



Gambar 20. Grafik Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan PET



Gambar 21. Grafik Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Selama Penyimpanan Menggunakan Kemasan HDPE

Berdasarkan tabel 21, 22 dan 23 jumlah mikroba yang dihasilkan dari penentuan Angka Lempeng Total pada hari ke 6 untuk produk dengan kemasan gelas yang disimpan pada suhu 5⁰C, 15⁰C dan 25⁰C berturut turut yaitu sebanyak 1,14 x 10³, 1,16 x 10³ dan 1,27 x 10³, sedangkan untuk produk dengan kemasan PET berturut turut sebanyak 1,16 x 10³, 1,20 x 10³, dan 1,28 x 10³, dan untuk produk dengan kemasan HDPE berturut turut sebanyak 1,18 x 10³, 1,25 x 10³, dan 1,31

$\times 10^3$, dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa sampai penyimpanan hari ke 6 produk minuman sari buah *black mulberry* masih dapat dikonsumsi karena menurut SNI No 3791 tahun 2014 batas maksimum Angka Lempeng Total adalah 1×10^4 koloni/ml. Meskipun begitu apabila dilihat dari umur simpan yang telah ditentukan menggunakan metode Arrhenius produk hanya dapat bertahan sampai 6 hari.

Peningkatan yang terjadi terhadap total mikroba selama penyimpanan dapat disebabkan oleh adanya suplai nutrisi didalam produk yang dapat digunakan mikroba sebagai suplai energi dan unsur kimia dasar untuk pertumbuhannya. Menurut Fardiaz (1992) menyatakan bahwa vitamin C tidak berfungsi sebagai faktor pertumbuhan, tetapi dapat merangsang pertumbuhan beberapa organisme karena diduga dapat mengatur potensi oksidasi-reduksi yang tepat terhadap medium.

Selain itu, jumlah mikroorganisme akan meningkat seiring lamanya penyimpanan dan suhu dimana produk di simpan. Dapat dilihat dari penentuan Angka Lempeng Total pada sampel minuman sari buah *black mulberry* mengalami kenaikan selama penyimpanan berlangsung. Pada sampel produk yang di simpan dalam suhu penyimpanan 5°C mengalami kenaikan namun tidak signifikan, sedangkan sampel produk yang disimpan pada suhu 25°C mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Soeparno (1990) menyatakan bahwa kondisi suhu penyimpanan sangat mempengaruhi populasi mikroorganisme yang terdapat dalam makanan. Suhu yang lebih tinggi dari suhu optimum bagi mikroorganisme tersebut bersifat merusak, sedangkan suhu yang lebih rendah dapat memperlambat aktivitas metabolisme dan menghambat pertumbuhan mikroba.

Menurut Muchtadi (2010), rata-rata jumlah total mikroba yang disimpan pada suhu 25°C mengalami peningkatan yang cepat disebabkan karena suhu 25°C termasuk suhu optimum pertumbuhan mikroba.

Berdasarkan data Angka Lempeng Total pada sampel minuman sari buah *black mulberry* yang disimpan pada suhu yang berbeda, didapatkan persamaan regresinya adalah :

Tabel 23. Persamaan Regresi Linier Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan Gelas

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5°C	$Y = 26x + 967$	0,932	$Y = 0,0245x + 6,869$	0,947
15°C	$Y = 35x + 970$	0,973	$Y = 0,0335x + 6,872$	0,976
25°C	$Y = 48x + 976$	0,997	$Y = 0,0425x + 6,880$	0,996

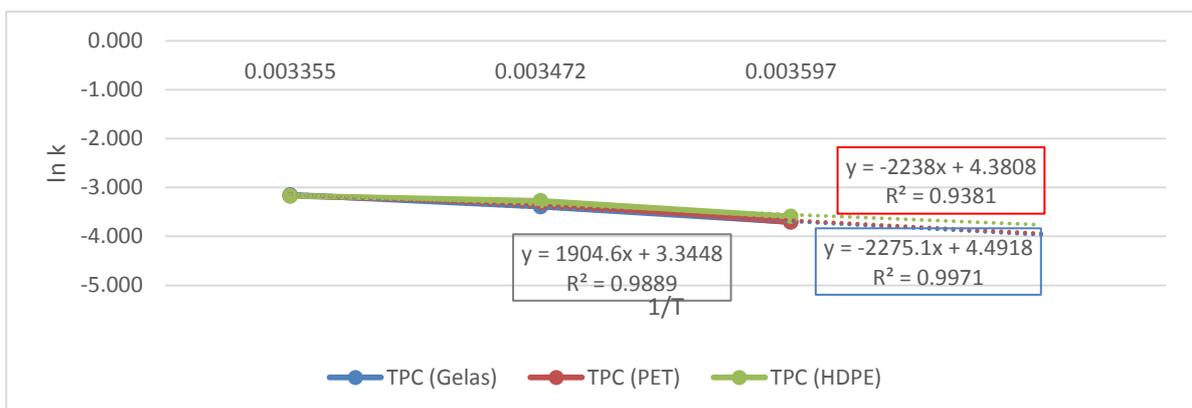
Tabel 24. Persamaan Regresi Linier Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan PET

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = 29x + 963	0,904	Y = 0,0275x + 6,865	0,918
15 ⁰ C	Y = 38x + 961	0,959	Y = 0,0365x + 6,863	0,962
25 ⁰ C	Y = 46,5x + 1013	0,911	Y = 0,0420x + 6,914	0,895

Tabel 25. Persamaan Regresi Linier Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry* dalam Kemasan HDPE

Suhu	Ordo 0	R ²	Ordo 1	R ²
5 ⁰ C	Y = 31x + 967	0,879	Y = 0,0295x + 6,869	0,893
15 ⁰ C	Y = 42x + 984	0,952	Y = 0,039x + 6,888	0,958
25 ⁰ C	Y = 53x + 986	0,986	Y = 0,0465x + 6,893	0,9801

Dari persamaan linier di atas diketahui bahwa nilai R² terbesar adalah R² pada ordo 1 sehingga perhitungan pendugaan umur simpan dilakukan menggunakan reaksi ordo 1. Selanjutnya dapat diketahui hubungan nilai ln k dengan suhu penyimpanan (1/T) kedalam suatu grafik seperti pada gambar 20.



Gambar 22. Grafik Hubungan ln k dan suhu Angka Lempeng Total Minuman Sari Buah *Black Mulberry*

Berdasarkan grafik hubungan ln k dan suhu terhadap penentuan Angka Lempeng Total dalam kemasan gelas didapatkan persamaan ln k = 4,49 – 2275,1 (1/T), dan untuk kemasan PET didapatkan persamaan ln k = 4,38 – 2238 (1/T), sedangkan untuk kemasan HDPE didapatkan persamaan ln k = 3,34 – 1904,6 (1/T), maka dari persamaan berikut besarnya nilai Ea (Energi

aktivasi) dapat ditentukan, yaitu untuk kemasan gelas sebesar 4518,3 kal/mol, kemasan PET sebesar 4444,66 kal/mol, dan kemasan HDPE sebesar 3782,5 kal/mol.

Dengan demikian model persamaan untuk laju penurunan mutu dan umur simpan minuman sari buah *black mulberry* yang telah didapatkan adalah :

Tabel 26. Laju Penurunan Mutu dan Umur Simpan Minuman Sari Buah *Black Mulberry* Berdasarkan Penentuan Angka Lempeng Total

Suhu (⁰ C)	Kemasan	k	ts (Hari)	Q ₁₀
5	Gelas	0,0249	6,07	1,011
15		0,0331	6,00	
25		0,0432	5,61	
5	PET	0,0254	6,09	1,015
15		0,0337	6,00	
25		0,0438	5,96	
5	HDPE	0,0298	6,23	0,968
15		0,0378	6,43	
25		0,0473	6,13	

Konstanta laju penurunan mutu berdasarkan Angka Lempeng Total diperoleh bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin tinggi pula konstanta laju penurunan mutu dan Angka Lempeng Total semakin meningkat seiring meningkatnya suhu penyimpanan sehingga produk dapat lebih cepat mengalami kerusakan. Dilihat pada tabel 27 bahwa laju penurunan produk dengan kemasan PET lebih tinggi dibandingkan produk dengan kemasan gelas dan HDPE sehingga proses penurunan mutu berdasarkan angka lempeng total lebih cepat terjadi pada produk dengan kemasan PET. Meskipun demikian jika dilihat dari umur simpan produk minuman sari buah *black mulberry* secara keseluruhan didapatkan hasil bahwa kemasan HDPE memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan dua kemasan yang lainnya, hal ini dapat dilihat selain dari lama umur simpannya juga dari nilai penurunan mutu setiap 10⁰C (Q₁₀) yang lebih kecil dibandingkan dua kemasan lainnya..

Menurut Berline *et al* (2008) kehilangan komponen pada sari buah jeruk disebabkan oleh peresapan/perembesan oksigen melalui kemasan botol (PET1 (standar monolayer) dan PET2 (multilayer dengan penambahan peresap oksigen)) juga melalui tutupnya. Perembesan terutama

terjadi pada tutup botol PET. Penggunaan HDPE dengan tutup multilayer dan *internal barrier layer* dapat meminimalisir perembesan oksigen terlepas dari botol PET mana saja yang digunakan.

Kemasan HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuannya untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan atau minuman yang dikemasnya. Sama seperti PET, HDPE juga direkomendasikan hanya sekali pakai karena pelepasan senyawa antimony trioksida terus meningkat seiring waktu.

Perlakuan sterilisasi yang kurang efektif dapat mengakibatkan penurunan angka lempeng total yang lebih signifikan hasilnya apabila dibandingkan dengan penurunan hasil kadar vitamin c dan pH yang tidak signifikan. Perlakuan sterilisasi yang baik akan lebih efektif dalam membunuh mikroorganisme berbahaya. Apabila dilihat lagi, mikroorganisme berperan besar terhadap ditolaknya produk oleh panelis. Maka dari itu proses sterilisasi yang baik sangat perlu dilakukan untuk menghasilkan produk yang lebih tahan lama.

LUARAN YANG DICAPAI

1. Pertemuan Ilmiah

	Keterangan
Pertemuan Ilmiah ke-1.	
Judul Makalah	Determination of Shelf Life of Black Mulberry Fruit Juice in HDPE Packaging
Nama Pertemuan Ilmiah	International Conference PATPI
Tempat Pelaksanaan	Jakarta
Waktu Pelaksanaan	10/3/2018 12:00:00 AM
Jenis Pertemuan	Internasional
Status naskah	Sudah dilaksanakan

Judul Makalah	Penentuan Formulasi Minuman Buah Black Mulberry dengan Menggunakan Metode Design Expert Metode Mixture D-Optima
Nama Pertemuan Ilmiah	Seminar Nasional PATPI
Tempat Pelaksanaan	Bandar Lampung
Waktu Pelaksanaan	11/10/2017 12:00:00 AM
Jenis Pertemuan	Nasional
Status naskah	Sudah dilaksanakan

2. HKI

Capaian	Uraian
Hak Kekayaan Intelektual	Taufik, Yusman., Alat Untuk Memisahkan Bubur dan Ampas Buah Kelompok Beri, Nomor Permohonan Paten: S00201607903

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian pengaruh umur simpan minuman sari buah *black mulberry* ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan penelitian penentuan umur simpan dengan metode Arrhenius dengan suhu penyimpanan yang berbeda menghasilkan minuman sari buah *black mulberry* dengan umur simpan yang berbeda
2. Berdasarkan hasil penentuan umur simpan minuman sari buah *black mulberry* menggunakan suhu pasteurisasi 65⁰C, penggunaan kemasan gelas, PET, dan HDPE berpengaruh terhadap umur simpan minuman sari buah *black mulberry*
3. Berdasarkan hasil analisis parameter vitamin C apabila dibandingkan dengan kemasan lainnya secara keseluruhan kemasan gelas memiliki umur simpan lebih lama yaitu 5,78 hari, 7,21 hari, dan 5,28 hari. pada suhu penyimpanan 5⁰C, 15⁰C dan 25⁰C
4. Berdasarkan hasil analisis parameter pH apabila dibandingkan dengan kemasan lainnya secara keseluruhan kemasan gelas memiliki umur simpan lebih lama yaitu 5,28 hari, 5,84 hari, dan 5,39 hari pada suhu penyimpanan 5⁰C, 15⁰C dan 25⁰C.
5. Berdasarkan hasil analisis parameter Angka Lempeng Total apabila dibandingkan dengan kemasan lainnya secara keseluruhan kemasan HDPE memiliki umur simpan lebih lama yaitu 6,23 hari, 6,43 hari, dan 6,13 hari pada suhu penyimpanan 5⁰C, 15⁰C dan 25⁰C.

Saran

1. Perlu diperhatikan kondisi lingkungan pada saat pengisian produk kedalam kemasan
2. Proses dan alat pasteurisasi lebih diperhatikan
3. Penanganan buah *black mulberry* sebelum diolah perlu diperhatikan terutama kebersihannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L.H. 2010. **Pengawet Makanan Alami dan Sintetis**. Alfabeta, Bandung.
- Anagari, Mustaniroh dan Wignyanto. 2011. **Penentuan Umur Simpan Minuman Fungsional Sari Akar Alang-Alang dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) (Studi Kasus di UKM “R. Rovit” Batu-Malang)**. *Agrointek*, 5 (2): 118-125.
- Anonim. 2001. **Aerobic Plate Count**. USA : Bacteriological Analytical Manual.
- Anonim. 2003. **Food Sampling and Preparation of Sample Homogenate**. USA : Bacteriological Analytical Manual.
- Anonim. 2011. **Mulberries**. <http://returntonature.us/mulberries-a-neglected-summer-snack/>. Diakses : 5 September 2017.
- Anonim. 2014. **Energi Aktivasi**. <https://www.ilmukimia.org/2014/07/energi-aktivasi.html>. Diakses : 11 Januari 2018.
- Anonim. 2015. **Mulberry**. <https://huder.wordpress.com/category/ilmu-fisika/makalah-biologi/>. Diakses : 25 Agustus 2017.
- Aprillia, D. 2014. **Pembuatan Apel (*Mallus sylvestris Mill*) dengan Ekstraksi Metode Osmosis (Kajian Varietas Apel dan Lama Osmosis)**. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol 2 No.1 : 86-96
- Atmosoedarjo, S.T. 2000. **Sutera Alam Indah**. Yayasan Sarana Jaya. Jakarta
- Astawan, M. 2008. **Sehat dengan Buah**. PT.Dian Rakyat. Jakarta (ID)
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. **Minuman Sari Buah**. SNI-01 3719-2014. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Berline C., Brat P., Ducruet V. 2008. **Quality of orange juice in barrier packaging material**. *Packaging Technology and Science* 21 : 279-286.
- Buchori, L. 2007. **Pembuatan Gula Non Karsinogenik Non Kalori dari Daun Stevia**. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Bucil. 2012. **Umur Simpan Produk Pangan**. <https://bumikecil.wordpress.com/2012/07/22/umur-simpan-produk-pangan>. Diakses : 27 Juli 2017
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., and Wotton, M. 1987. **Ilmu Pangan**. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Cahyadi, W. 2008. **Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan**. Bumi Aksara, Jakarta.

- Catinez, N. 2002. **Pasteurization of Apple Cider With UV Irradiation**. Thesis in Bio Resources Engineering. The University of Maine
- Citra. 2016. **Penentuan Umur Simpan Smoothies Black Mulberry (Morus Nigra L.) Dalam Kemasan Botol Kaca Dengan Metode ASLT Pendekatan Arrhenius**. Skripsi. Universitas Pasundan. Bandung
- Codex Alimentarius Commission. 2004. **Guidelines For Application Of The Hazard Analysis Critical Control Point System**. Report Of The 27th Session Of The Codex Committee On Food Hygiene, ALINORM 95/27/13, Annex To Appendix III.
- Dalimartha. 2002. **Black Mulberry**. http://ccrc.farmasi.ugm.ac.id/?page_id=2317. Diakses : 27 Juli 2017
- Deny, U. 2013. **Komposisi Kimia Murbei**. *Jurnal Teknologi Pangan Vol 5. No 1*. Fakultas Pertanian. Universitas Yudharta. Pasuruan.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1988. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/Menkes/Per/IX/88 tentang Bahan Tambah Pangan*.
- Dewi, E.T. 2008. **Pengaruh Suhu dan Lama Pemanasan Terhadap Karakteristik dan Stabilitas Sari Jeruk Nipis Selama Penyimpanan**. Skripsi. FTP Universitas Brawijaya. Malang
- Dinarwi, 2011. **Pengaruh Lama Penyimpanan dan Jenis Pengemas Terhadap Kadar Gula dan Keasaman Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*)**. *Berita Litbang Industri*. Volume XLVI : 21-29.
- Effendi, S. 2012. **Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan**. Alfabeta. Bandung.
- F.G. Winarno. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia. Jakarta.
- Fardiaz S. 1992. **Mikrobiologi Pangan 1**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Fauziah, D. 2015. **Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Jenis Kemasan Serta Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) Organik**. Universitas Pasundan. Bandung.
- FBD. 2009. **Pasteurization**. <http://www.niroinc.com/gea-liquid-processing/pasterization.asp>. Tanggal akses: 20 Juli 2017
- Fellows. 2000. **Food Processing Technology. Principles and Practice**. 2nd Ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
- Fellers. 1988. **Shelf Life and Quality of Freshly Squeezed, Unpasteurized, Polyethylene-Bottled Citrus Juice**. *Jurnal of Food Science*. Vol 53.

- Floros, J. D, dan Ghanasekharan. 1993. **Shelf Life Prediction of Packaged Foods Chemical, Biological, Physical and Nutrition Aspects**. Elsevier Publ. London
- Julianti, E dan Nurminah. 2006. **Teknologi Pengemasan**. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Indayati. 2013. **Pengemasan**. [http:// blog.umy.ac.id/amirilia/ agribisnis/pengemasan](http://blog.umy.ac.id/amirilia/agribisnis/pengemasan). Diakses : 20 Juli 2017
- Isdiantoro. 2003. **Sari Buah Mulberry**. <http://mulberry.indonetwork.co.id>. Diakses 20 Juli 2017
- Kementrian Riset dan Teknologi. 2010. **Teknologi Pangan dan Agroindustri**. www.warintek-ristek.go.id. Diakses 21 Juli 2017
- Kusnandar, F. 2010. **Kimia Pangan : Komponen Makro**. Dian Rakyat. Jakarta.
- Labuza. 1982. **Shelf-Life Dating of Food. Food and Nutrition**. Press Inc. Westport.Connecticut.
- Lee. H.S., Coates. G.A. 1999. **Vitamin C in Fozen, Fresh Squeezed, Unpasteurized, Polyehylene-bottled Orange Juice : a storage study**. Food Chemistry 65 : 165-168.
- Mareta, T.D., dan S.A. Nur. 2011. **Pengemasan Produk Sayuran dengan Bahan Kemasan Plastik pada Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu rendah**. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, UGM, Vol. 7. (1) : Hal 26-40
- Marina, D. 2015. **Variasi Proses dan Grade Apel (*Malus sylvestris mill*) pada Pengolahan Minuman Sari Buah Apel**. Universitas Brawijaya. Malang
- Muchtadi, T.R. 1997. **Teknologi Proses Pengolahan Pangan**. IPB-Press. Bogor.
- Muchtadi, T.R. 2010. **Ilmu Pengetahuan Pangan**. Alfabeta. Bandung
- Nielsen, S. S. 2003. **Introduction to Food Analysis**. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- Noegraha, G.M. 2011. **Pengaruh Konsentrasi karagenan dan Konsentrasi Penstabil terhadap Karakteristik sirup Mulberry (*Morus nigra L*)**. Skripsi. Universitas Pasundan. Bandung
- Octaviani, L.F. 2014. **Pengaruh Berbagai Konsentrasi Gula Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Tingkat Penerimaan Sari Buah Buni (*Antidesma Bunius*)**. Artikel Penelitian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ray, B., A. Bhunia., 2004. **Fundamental Food Microbiology**. CRC Press. London.

- Rahmawati. 2010. **Pengemasan Jus Mangga dengan Botol.** <http://yuphyehahaa.blogspot.co.id/2010/11/pengemasan-jus-buah-mangga-dengan-botol.html>. Diakses : 20 Juli 2017
- Robertson, G. L. 2010. **Food Packaging and Shelf Life A Practical Guide.** New York: CRC Press., p.3.
- Ros-Chumillas, M., Y. Belissario, A. Iquaz, and A. Lopez. 2004. **Quality and shelf life of orange juice aseptically packaged in PET bottles.** J. Food Engin. 79: 234–242.
- Rudianto. 2009. **Pengaruh Interaksi Antara Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Gula Pasir Terhadap Karakteristik Jus *Black Mulberry (Morus nigra L.)*.** Universitas Pasundan. Bandung.
- S, Dardjo. 1980. **Persyaratan Kemasan untuk Makanan.** Balai Penelitian Kimia Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian. Bogor
- Satuhu, S. 2004. **Penanganan dan Pengolahan Buah.** Penebar Swadaya. Jakarta
- Setyowati. 2004. **Pengaruh Lama Perebusan dan Konsentrasi Sukrosa Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Sirup Kacang Hijau.** Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Sunarto, H. 1997. **Budidaya Murbei dan Usaha Pesuteraan Alam.** Kanisius. Yogyakarta
- Suswini, S. 2009. **Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan.** Jurusan Pendidikan Kimia. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Soeparno. 1990. **Ilmu dan Teknologi Daging.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Syarief, R dan H, Halid. 1993. **Teknologi Penyimpanan Pangan.** Arcan. Jakarta
- Syarief. R., S.Santausa, dan St.Ismayana B. 1989. **Teknologi Pengemasan Pangan.** Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB
- Syarief, R. dan H. Halid. 1991. **Teknologi Penyimpanan Pangan.** Penerbit Arcan, Jakarta.
- Syafutri, M. 2008. **Potensi Sari Buah Murbei (*Morus alba L.*) Sebagai Minuman Berantioksidan Serta Pengaruhnya Terhadap Kadar Kolesterol dan Trigliserida Serum Tikus Percobaan.** Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tamaroh, S. 2004. **Usaha peningkatan stabilitas nektar buah jambu biji (*Psidium guajava L*) dengan penambahan Gum Arab dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*).** LOGIKA, Vol.1, No.1, Januari 2004.
- Vicente, A.R., Martinez, G.A., Civello, P.M. dan Chaves, A.R. 2002. **Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage.** *Postharvest Biology and Technology*, 25 (1) : 59-71.

- Winarno. 1993. **Pangan : Gizi, Teknologi dan Konsumen**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Wirakusumah, E. S. 2013. **Jus sehat Buah & Sayuran**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wulandari, C.T., Gozali, T., dan Taufik, Y. 2016. **Optimalisasi Formulasi Minuman Fungsional *Black Mulberry* (*Morus nigra* Sp.) dengan Metode *D-Expert***. Skripsi Universitas Pasundan. Bandung.
- Yadav, P. 2014. **Improved Shelf Stability Mulberry Juice by Combination of Preservatives**.
- Zentimer, S. 2007. **Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Minuman Sari Buah Sirsak (*Annona muricata*) Berkarbonasi**. Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara

LAMPIRAN INSTRUMEN

Sarana dan prasarana yang dapat digunakan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini terdiri dari :

- Laboratorium pengolahan pangan yang dilengkapi beberapa sarana/peralatan pengolahan pangan, laboratorium ini berkapasitas 60 orang.
- Laboratorium analisis pangan yang dilengkapi dengan alat-alat instrument untuk melakukan analisis komposisi kimia produk pangan, laboratorium ini berkapasitas 60 orang.
- Laboratorium uji inderawi yang dilengkapi dengan peralatan untuk melakukan uji organoleptik (penerimaan konsumen), laboratorium ini berkapasitas 70 orang.
- Laboratorium mikrobiologi yang dilengkapi peralatan untuk melaksanakan analisis mikroorganisme, laboratorium ini berkapasitas 60 orang.

LAMPIRAN PERSONALIA TENAGA PELAKSANA BESERTA KUALIFIKASINYA

Susunan organisasi tim peneliti/pelaksana dan pembagian tugas

No	Nama/NIDN	Instansi Asal	Bidang Keahlian	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Dr. Ir. Yusman Taufik. MP NIDN. 0412087001	Univ. Pasundan	Satuan Operasi, mesin dan peralatan , Perencanaan Industri Pangan	10	Melakukan pengolahan formulasi
2	Ir. Thomas Gozali.,MP NIDN: 0016026001	Univ. Pasundan	Pengemasan Pangan	7	Melakukan pengemasan dan pengujian umur simpan
3	Dr.Ir. Asep Dedi Sutrisno.,MP	Univ. Pasundan	Proses Pangan	7	Melakukan pengolahan Produksi

Biodata Pengusul (Biodata Ketua)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Ir. Yusman Taufik. M.P.
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	-
4	NIPy	151 102 30
5	NIDN	0412087001
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Kotabumi, 12 Agustus 1970
7	Alamat rumah	Cluster Antapani Makmur No. 17 Jl. Antapani-Tarumasari
8	No Telpon/HP	022-87241282/08122311744
9	Alamat kantor	Jl. Dr Setiabudhi. No 193 Bandung
10	No telpon/faks	022-2019339 / 022-2019339
11	Alamat email	yusman_taufik@yahoo.com
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = ± 120 S2 = 4
13	Mata kuliah yang diampu	1. Satuan Operasi Industri Pangan 2. Mesin Peralatan Industri Pangan I 3. Rancangan Percobaan

B. Pengalaman Penelitian dalam Lima Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2007	Peningkatan kualitas dan kuantitas emping melinjo dengan mengaplikasikan mesin / alat pengolahnya di kabupaten Kuningan	DP2M Dikti	220 jt

2	2009	Pengaruh substitusi tepung ampas tahu pada pengolahan tempe terhadap mutu dan penerimaan konsumen serta aplikasinya di tingkat industri	Hibah Bersaing	29 jt
3	2010	Pengaruh substitusi tepung ampas tahu pada pengolahan tempe terhadap mutu dan penerimaan konsumen serta aplikasinya di tingkat industri	Hibah Bersaing	47 jt
4	2010	Rancang bangun alat pengupas kulit kentang (potatoe peeler) berkapasitas 200 kg/jam dengan efisiensi pengupasan ≥ 94 %	KKP3T badan penelitian dan pengembangan pertanian	68 jt

C. Pengalaman Pengabdian Kepada masyarakat dalam 5 tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2011	Reviewer Fasilitas Pembiayaan Koperasi dan UKM Produktif Gubernur Jawa Barat	Dinas Koperasi, Usaha Mikro, Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Barat.	
2	2009-2011	Tenaga Ahli Pada Program Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan dan Gizi, Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Barat, 2009-2011.	Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Barat	
3	2010	Reviewer Bantuan Sosial Gubernur Jawa Barat	Dinas Koperasi, Usaha Mikro, Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Barat.	

4	2010	Melaksanakan Pengabdian Masyarakat Dalam Kegiatan Bantuan Pengembangan Koperasi dan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah di Jawa Barat	Kab. Sukabumi dan Kota Sukabumi	
---	------	--	---------------------------------	--

D. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

NO	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor /Tahun	Nama Jurnal
1	Pengaruh lama Pengeringan dan Penggorengan Terhadap Karakteristik Emping Stik Melinjo (Gnetum Gnemon)	ISBN : 978-979-16456-0-7, Hal. 1101-1112 tahun 2007	PATPI
2	Pengaruh Suhu Pengeringan Dan Konsentrasi Garam Terhadap Karakteristik Ikan Patin (Pangasius Sp)	2009	PATPI
3	Rancang Bangun Cold storage untuk Buah-Buahan dan Sayuran	Vol. 3 No. 1. Hal. 1-10 ISSN 0216-3845, 2009	Mekanikal Teknik Mesin

E. Pengalaman penyampaian makalah Oral pada Pertemuan/Seminar Ilmiah Dalam 5 tahun terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional 'Rekayasa Kimia dan Proses 2010, Teknik Kimia	Rancang bangun alat pengiris bawang dengan pengiris vertical (shallot slicer)	Agustus Universitas Diponegoro, Semarang

2	Seminar Nasional 'Rekayasa Kimia dan Proses 2010, Teknik Kimia	<i>Design of Cacao Pasta Refiner (Conched Machine) With Double Impeller Method</i>	Agustus Universitas Diponegoro, Semarang
3	Program and abstract 'International Seminar EMERGING ISSUES AND TECHNOLOGY DEVELOPMENTS IN FOOD AND INGREDIENTS,	Type of Stabilizer and Sucrose concentrate effect to black mulberry juice characteristic	Jakarta, Indonesia, Sept 29 th -30 th 2010
4	Challenges of Biotechnological Research in Food and Health	Fermentation in Salt Solution to Produce Jack Beans (<i>Canavalia ensiformis</i> L) Sauce	Third Floor of General Meeting Room Slamet Riyadi University Surakarta, Indonesia, November 15th 2014.
5	Pengembangan Pengolahan minuman fungsional daun black mulberry yang dipengaruhi perbandingan air dengan daun teh dan waktu maserasi terhadap kandungan tanin dan theaflavin	Prosiding seminar nasional dan pameran produk pangan 2015 ISBN 978-062-6865-06-9	Semarang, 20-21 Oktober 2015

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Bandung, November 2018

Pengusul,

Dr.Ir. Yusman Taufik.MP

Biodata Anggota

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ir. Thomas gozali M.P
2	Jabatan Fungsional	Lektor
3	Jabatan Struktural	
4	NIP	196002161987031001
5	NIDN	0016026001
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung/16 februari1960
7	Alamat rumah	Jalan Madurasa tengah no 5 Moch Toha Bandung
8	No Telpon/HP	Tlp.022-5224605, Ponsel 08122174049
9	Alamat kantor	Jl. Dr Setiabudhi. No 193 Bandung
10	No telpon/faks	022-2019339 / 022-2019339
11	Alamat email	thomasgozaly@gmail.com
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = ± 22
13	Mata kuliah yang diampu	1. Pengantar Teknologi Pa 2. Teknologi pengemasan 1 3. manajemen pemasaran

B. Pengalaman Penelitian dalam Lima Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2010	Perbaikan pembuatan beras dari singkong (rasi) dalam usaha peningkatan kualitas dan kuantitas pengayaan bahan pangan alternatif	P.T. indofood, Indofood riset nugraha 2009-2010	42.000.000,-

C.Pengalaman Pengabdian Kepada masyarakat dalam 5 tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2010	<i>“PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DENGAN PERBAIKAN TEKNOLOGI PEMBUATAN BERAS DARI SINGKONG (RASI) DI DESA ”</i>	(DP2M), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. tahun 2009 - 2010	Rp 14.200.000

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penugasan program Penelitian Produk Terapan Simlitabmas Ristek Dikti.

Bandung, November 29018

Pengusul,



Ir. Thomas Gozali, MP

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Ir.Asep Dedy Sutrisno, MP
2	Jenis Kelamin	L
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	151.100.54
5	NIDN	0410036101
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 10 Maret 1961
7	E-mail	asepdedysutrisno@yahoo.com
8	Nomor Telepon / HP	022.7566839
9	Alamat Kantor	Jl. Setiabudi no 193 Bandung
10	Nomor Telepon/Faks	022.2019339
11	Lulusan yang Telah Dipenuhi	S-1 = 256 orang; S-2 = 16 orang; S-3 = - orang
13	Mata Kuliah yg Diampu	1. Teknologi Diversifikasi Pangan
		2. Perencanaan Industri Pangan
		3. Pengantar Teknologi Pangan
		4. Mesin dan Peralatan Industri Pangan

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Univ. Pasundan	Univ. Padjadjaran	Univ. Padjadjaran
Bidang Ilmu	Teknologi Pangan	Teknologi Pangan	Teknologi Pangan
Tahun Masuk-Lulus	1981 -1986	1994 -1996	2000 - 2004
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengolahan zat warna alami dg fermentasi	Variasi pelapisan lilin dalam pengawetan buah kakau	Pengaruh jenis oksigen absorber dan suhu chilling terhadap umur
Nama Pembimbing/Promotor	Dr. Ir. Ukan Sukandar	Prof. Dr. H. Giat Suryatmana, M.Sc.	Prof. Dr. H. Giat Suryatmana, M.Sc.

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber *	Jml (Juta Rp)
1	2010-	Pengaruh komposisi ampas tahu terhadap karakteristik tempe	DP2M Dikti	142.000.000
2	2012	Pengkajian potensi industry pengolahan buah di wilayah Jawa Barat dengan	Kementerian Perindustrian	360.000.000
3	2013	Kajian Pemetaan industry pengolahan buah gedong gincu di wilayah	Disperindag Jawa Barat	95.000.000
4	2014	Kajian tematik Pemetaan industry pengolahan rumput laut di wilayah Jawa	Disperindag Jawa Barat	85.000.000
5	2014	Kajian tematik Pemetaan industry pengolahan ikan di wilayah Jawa Barat	Disperindag Jawa Barat	90.000.000

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber *	Jml (Juta Rp)
1	2010	Transfer teknologi mesin pengolah amping meliaie di kabupaten Kuningan	DP2M Dikti	180.000.000
2	2011	Peningkatan daya beli masyarakat di Kab. Cirebon melalui teknologi tepat	Pemda Jawa Barat	320.000.000
3	2012	Aplikasi mesin peralatan pengolah kempukikan di Sulawesi Tenggara	Kementerian Perindustrian	190.000.000
4	2013	Pembinaan masyarakat dalam Pengembangan olahan ikan di Kab.	Kementerian Perindustrian	186.000.000
5	2014	Pembinaan masyarakat dalam Pengembangan olahan kelapa di Kab. Halmahera barat, Maluku Utara	Kementerian Perindustrian	180.000.000

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/tahun
1	Pengaruh komposisi ampas tahu terhadap karakteristik tempa	Infomatek	IX/0423/2011
2	Cara-cara pengolahan yang baik dalam industry pangan	Al-mizan	-
3	Standar pelayanan Minimal bidangketahanan pangan	Al-mizan	-

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Pengaruh komposisi ampas tahu terhadap karakteristik	Proceeding Patpi	April 2011 di Jakarta
2	Pengkajian potensi industry pengolahan buah di wilayah Jawa Barat dengan analisis kelevelan	Proceeding Industri agro	November 2012 di Jakarta
3	Kajian Pemetaan industry pengolahan buah gedong gincu di wilayah Ciayumajakuning, Jawa Barat	Laporan Warta Industriagro	2013 di Cirebon

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Cara-cara pengolahan pangan yang baik	2011	312	Unpas Press.
2				
3				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1	Gerakan pembentukan kader konsumsi dan keamanan pangan	2013	Jawa Barat	Positif diaplikasikan

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Anugrah penyelenggaraan pengembangan Iptek teknologi	Kemenristek	2013

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Bersaing.

Bandung, November 2018

Pengusul,



(Dr.Ir. Asep Dedy Sutrisno,MP)

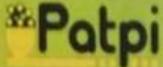
LAMPIRAN ARTIKEL ILMIAH

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PATPI 2017

**“Peran Ahli Teknologi Pangan
Dalam Mewujudkan
Ketahanan Pangan Nasional”**

Dalam Rangka
Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Ahli Teknologi
Pangan Indonesia (PATPI) dan Perayaan Ulang Tahun PATPI yang ke 50
BANDAR LAMPUNG, 10-12 NOVEMBER 2017

Diselenggarakan Oleh:

 Fakultas Pertanian
Universitas Lampung  PATPI
Cabang
Lampung

Didukung Oleh:

Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows.

**MULBERRY (*Morus nigra*, L) DENGAN DESIGN EXPERT METODE MIXTURE
D-OPTIMAL BERDASARKAN RESPON ORGANOLEPTIK**

**DETERMINATION OF FUNCTIONAL DRINK FORMULATION FROM BLACK
MULBERRY (*Morus nigra*, L) WITH DESIGN EXPERT MIXTURE METHOD
D-OPTIMAL BASED ON ORGANOLEPTIC RESPONSE**

Yusman Taufik^{*}, Jaka Rukmana, Thomas Gozali, Citra Tenri Wulandari

Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan

*Email Korespondensi: yusmantaufik@unpas.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this research was to get optimal formulation for making functional drink of black mulberry by using Design Expert. Responses in this study include organoleptic responses to the attributes of color, taste, flavor, and viscosity. The fixed variables in this study were 0.5% sodium benzoate 1000 ppm, 1.5% citric acid 0.1%, 1% pectin and 1% kitchen salt 0.1M. The changed variables in this study were the number of black mulberry fruit, water, and stevia sugar. There are 11 formulations offered by Design Expert software to produce an optimal formulation. The best formula based on data processing was sample with formulation of black mulberry fruit 49,193%, water 42,228% and stevia sugar 4,579% with organoleptic value in color attribute with score 4,47 (somewhat strong), taste with score 4,29 (somewhat strong), flavor with a score of 3.98 (somewhat not strong), viscosity with a score of 4.54 (somewhat strong)

Keywords: Black Mulberry, Design Expert, D-Optimal Method, Functional Drink

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan formulasi optimal dalam pembuatan minuman fungsional black mulberry dengan menggunakan suatu aplikasi yaitu Design Expert metode Mixture D-Optimal. Respon dalam penelitian ini meliputi respon organoleptik terhadap atribut warna, rasa, aroma dan kekentalan. Variabel tetap pada penelitian ini adalah natrium benzoat 1000ppm sebesar 0,5%, asam sitrat 0,1% sebesar 1,5%, pektin 1% dan garam dapur 0,1M sebanyak 1%. Variabel berubah dalam penelitian adalah jumlah buah black mulberry, air, dan gula stevia. Terdapat 11 formulasi yang ditawarkan oleh software Design Expert untuk memproduksi satu formulasi optimal. Formula terbaik berdasarkan hasil pengolahan data adalah sampel dengan formulasi buah black mulberry 49,193%, air 42,228%, dan gula stevia 4,579% dengan nilai organoleptik dalam atribut warna dengan skor 4,47 (agak kuat), rasa dengan skor 4,29 (agak kuat), aroma dengan skor 3,98 (agak tidak kuat), kekentalan dengan skor 4,54 (agak kuat)

Menurut Badan Pengawasan Obat dan Makanan tahun 2001 (BPOM), pangan fungsional adalah pangan yang secara alami maupun melalui proses mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan hasil kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan. Pangan fungsional dikonsumsi layaknya makanan atau minuman, mempunyai karakteristik sensori berupa penampakan, warna, tekstur dan cita rasa yang dapat diterima oleh konsumen, serta tidak memberikan kontraindikasi dan tidak memberikan efek samping terhadap metabolisme zat gizi lainnya jika digunakan pada jumlah penggunaan yang dianjurkan. Meskipun mengandung senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan, pangan fungsional tidak berbentuk kapsul, tablet atau bubuk yang berasal dari senyawa alami. Produk minuman fungsional yang beredar di pasaran tersedia dalam berbagai bentuk, seperti jus (sari buah), serbuk minuman cepat larut (serbuk instan), serta dalam bentuk teh herbal (teh celup).

Minuman fungsional adalah minuman yang mengandung unsur-unsur zat gizi atau non zat gizi dan jika dikonsumsi dapat memberikan pengaruh positif terhadap kesehatan tubuh. Minuman fungsional merupakan jenis pangan atau produk pangan yang memiliki ciri-ciri fungsional sehingga berperan dalam perlindungan atau pencegahan, pengobatan terhadap penyakit, peningkatan kinerja fungsi tubuh optimal, dan memperlambat proses penuaan (Pratiwi.E, 2014).

Black mulberry sangat berpotensi, yaitu pada bagian buah yang memiliki zat aktif antiosianin sebagai antioksidan (Anonymous, 2002). Ditinjau dari komposisi kimiawinya, tanaman *black mulberry* memiliki senyawa-senyawa penting yang

seperti sebagai antiosianin, insoquercetin sakarida, asam linoleat, asam stearat, asam oleat, dan vitamin (karotin, B1, B2, C) Keunggulan yang dimiliki tersebut menjadikan tanaman ini berpotensi untuk diolah menjadi produk pangan fungsional yang memiliki nilai tambah di masyarakat yang salah satunya dijadikan sebagai minuman fungsional.

Pengembangan formulasi menjadi hal yang sangat penting sehingga dapat menghasilkan produk pangan yang bisa diterima oleh masyarakat. Adanya pencampuran yang digunakan dalam formulasi pembuatan minuman fungsional *black mulberry* dapat mempengaruhi karakteristik dari produk yang dihasilkan.

Salah satu *software* yang dapat digunakan dalam penentuan formulasi minuman fungsional dari *black mulberry* secara optimal adalah *Design Expert* metode *mixture D-Optimal*. *Design Expert* digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut (Bas dan Boyaci, 2007).

BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah *black mulberry* (*Morus nigra L*) grade A yang didapatkan dari Desa Cibodas, Maribaya Lembang, gula stevia konsentrasi 5%, dan air. Sedangkan bahan penunjang yang digunakan adalah asan sitrat konsentrasi 0,1%, pektin, natrium benzoat 1000ppm dan garam dapur konsentrasi 0,1M.

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam analisis kimia adalah untuk pengujian skrining fitokimia polifenol yaitu FeCl_3 5% untuk skrining fitokimia flavonoid H_2SO_4 2N untuk pengujian Antioksidan metode DPPH yaitu larutan DPPH, metanol, larutan blanko dan untuk pengujian kadar total Flavonoid

ruiter, meja, gelas, pisau, blender, saringan, panci, kompor, sendok, neraca digital, mangkuk, piring, spatula kayu, dan botol plastik.

Alat yang digunakan dalam analisis adalah timbangan digital, pipet, tabung reaksi, gelas ukur, cawan porselen, batang pengaduk, corong, gelas kimia, labu ukur, labu erlenmeyer, botol timbang, filler, tabung sentrifugasi, rak tabung reaksi, tangkrus, inkubator, pendingin (kulkas), viscostester oswald dan spektrofotometer, dan pH meter.

Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan yaitu Pembuatan produk minuman fungsional *black mulberry* dari formulasi yang didapat dengan menggunakan *design expert* metode *mixture d-optimal* dengan penggunaan variabel berubah dan tetap seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 1. Pembatasan Formulasi (Variabel Berubah)

No	Nama	Low	High
1	<i>Black Mulberry</i>	41	60
2	Air	35	50
3	Gula Rendah Kalori (Stevia 5%)	1	5

Tabel 2. Bahan Tambahan (Variabel tetap) dalam Jumlah%

No	Nama	Jumlah (%)
1	Natrium Benzoat 1000ppm	0,5
2	Asam Sitrat 0,1%	1,5
3	Pektin	1
4	Garam Dapur 0,1M	1
	Total	4 %

No	Formula si	<i>Black Mulberry</i> (%)	Air (%)	Gula (Stevia) (%)
1	1	56.154	35.000	4.846
2	2	59.994	35.000	1.006
3	3	56.059	38.941	1.000
4	4	44.127	50.000	1.873
5	5	41.078	49.922	5.000
6	6	48.686	42.972	4.342
7	7	51.489	41.372	3.139
8	8	53.096	37.907	4.997
9	9	50.636	44.364	1.000
10	10	47.510	47.490	1.000
11	11	45.984	45.016	5.000

Kemudian beberapa formulasi yang ditawarkan oleh program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dilakukan Analisis Respon Organoleptik dengan uji mutu hedonik terhadap 30 panelis dalam atribut warna, aroma, rasa dan kekentalan,

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian organoleptik dilakukan dengan menggunakan uji mutu hedonik terhadap 30 panelis dengan menggunakan atribut dari segi warna, rasa, aroma dan kekentalan.

Atribut Warna

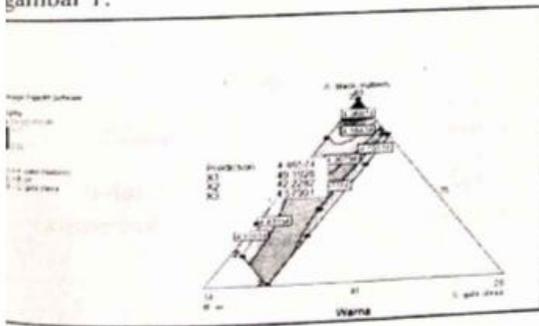
Warna adalah atribut mutu yang pertama kali dinilai dalam penerimaan suatu makanan. Warna merupakan suatu sifat bahan yang dianggap berasal dari penyebaran spektrum sinar, selain itu warna bukan merupakan suatu zat atau benda melainkan

rangsangan dari secerkas energi radiasi yang jatuh ke indera mata atau retina. Apabila suatu produk mempunyai warna menarik maka akan menimbulkan selera seseorang untuk mencicipi makanan atau minuman tersebut. Selain itu, warna atribut kualitas yang paling penting, walaupun suatu produk mempunyai rasa yang enak dan tekstur yang baik, namun apabila warnanya tidak menarik maka akan menyebabkan produk tersebut kurang diminati (Kartika, 1987).

Hasil uji sidik ragam ANAVA akan menunjukkan bahwa model yang direkomendasikan akan signifikan jika p "Prob > F" lebih kecil dari 0,05 ($<0,0001$) (Wulandari, 2007).

Prob > F yang dihasilkan dari pemodelan 11 formulasi awal yaitu sebesar 0,0368 pada organoleptik atribut warna, adapun pengaruhnya sebesar 3,68%. Nilai-nilai "Prob > F" kurang dari 0,0500 menunjukkan pemodelan yang *signifikan* (berpengaruh) antara model satu dengan yang lain terhadap organoleptik dalam atribut warna dari minuman fungsional *black mulberry* yang dihasilkan.

Grafik Formula Optimal berdasarkan Organoleptik atribut warna dapat dilihat pada gambar 1.



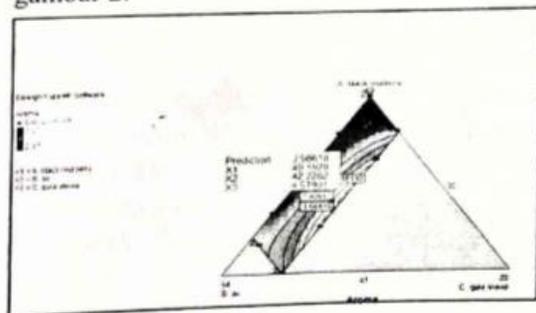
Gambar 1. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Organoleptik atribut warna

Aroma dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diamati dengan indra pembau. Didalam industri pangan, pengujian terhadap bau atau aroma dianggap penting karena dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidaknya produk tersebut. Selain itu, aroma juga dapat dijadikan indikator untuk menentukan terjadinya kerusakan pada produk (Kartika, 1998).

Data ANAVA terhadap 11 formulasi yang dijadikan model awal analisis data yang menunjukkan hasil *significant* terhadap organoleptik dalam atribut aroma atau dapat diartikan bahwa 11 formulasi yang didapatkan berpengaruh terhadap analisis organoleptik yaitu aroma. Hal tersebut dikatakan karena "Prob > F" memiliki nilai yang sangat kecil (kurang dari 0,05) sehingga menghasilkan respon yang signifikan (berpengaruh).

Prob > F yang dihasilkan dari pemodelan 11 formulasi awal yaitu sebesar 0,0001 pada respon organoleptik atribut aroma, adapun pengaruhnya sebesar 0,01%. Nilai-nilai "Prob > F" kurang dari 0,0500 menunjukkan pemodelan yang signifikan (berpengaruh) antara model satu dengan yang lain terhadap organoleptik atribut aroma dari minuman fungsional *black mulberry* yang dihasilkan.

Grafik Formula Optimal berdasarkan Organoleptik atribut aroma dapat dilihat pada gambar 2.



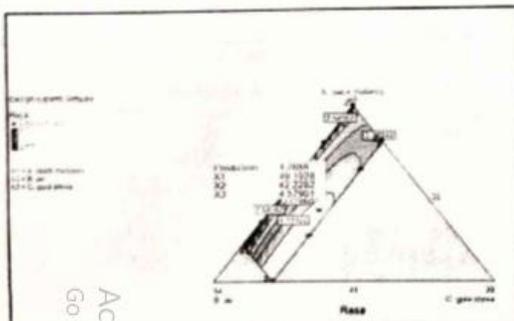
Gambar 2. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Organoleptik atribut aroma

makanan ditentukan juga oleh rasa makanan. Rasa terbentuk dari perpaduan komposisi bahan yang digunakan dalam suatu produk makanan. Rasa suatu bahan pangan merupakan hasil kerjasama beberapa indera pengelihatian, pembauan, pendengaran dan perabaan (Kartika, 1988).

Data ANAVA terhadap 11 formulasi yang dijadikan model awal analisis data yang menunjukkan hasil *significant* terhadap organoleptik dalam atribut rasa atau dapat diartikan bahwa 11 formulasi yang didapatkan berpengaruh terhadap analisis organoleptik yaitu rasa. Hal tersebut dikatakan karena "Prob >F" memiliki nilai yang sangat kecil (kurang dari 0,05) sehingga menghasilkan respon yang signifikan (berpengaruh).

Prob > F yang dihasilkan dari pemodelan 11 formulasi awal yaitu sebesar 0,0001 pada respon organoleptik atribut rasa, adapun pengaruhnya sebesar 0,01%. Nilai-nilai "Prob > F" kurang dari 0,0500 menunjukkan pemodelan yang signifikan (berpengaruh) antara model satu dengan yang lain terhadap organoleptik atribut rasa dari minuman fungsional *black mulberry* yang dihasilkan.

Grafik Formula Optimal berdasarkan Organoleptik atribut rasa dapat dilihat pada gambar 3.

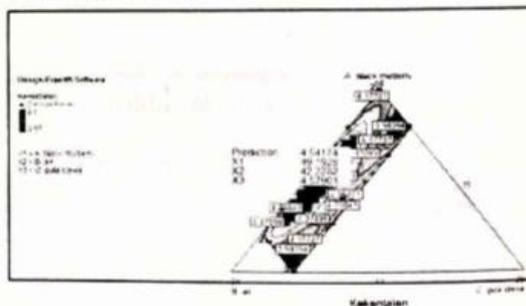


Gambar 3. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Organoleptik atribut rasa

yang dijadikan model awal analisis data yang menunjukkan hasil *significant* terhadap organoleptik dalam atribut kekentalan atau dapat diartikan bahwa 11 formulasi yang didapatkan berpengaruh terhadap analisis organoleptik yaitu kekentalan. Hal tersebut dikatakan karena "Prob >F" memiliki nilai yang sangat kecil (kurang dari 0,05) sehingga menghasilkan respon yang signifikan (berpengaruh).

Prob > F yang dihasilkan dari pemodelan 11 formulasi awal yaitu sebesar 0,0001 pada respon organoleptik atribut kekentalan, adapun pengaruhnya sebesar 0,01%. Nilai-nilai "Prob > F" kurang dari 0,0500 menunjukkan pemodelan yang signifikan (berpengaruh) antara model satu dengan yang lain terhadap organoleptik atribut kekentalan dari minuman fungsional *black mulberry* yang dihasilkan.

Grafik Formula Optimal berdasarkan Organoleptik atribut kekentalan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Formula Optimal Berdasarkan Organoleptik atribut kekentalan

Formulasi Terpilih

Formulasi terpilih merupakan solusi atau formulasi optimal yang diprediksikan oleh *Design Expert Metode D-Optim* berdasarkan hasil analisis terhadap respon organoleptik (atribut warna, aroma, rasa dan kekentalan).

Ketepatan formulasi dan nilai masing-masing respon tersebut dapat dilihat pada

ketepatan hasil solusi atau formulasi optimal. Semakin mendekati nilai satu maka semakin tinggi nilai ketepatan formulasi, sehingga dapat disimpulkan berdasarkan nilai *desirability* yang telah mencapai 1,00 maka nilai respon memiliki ketepatan yang tinggi (Nugraha, 2014).

Formulasi terpilih berdasarkan *desirability* yang mendekati angka 1,00 adalah buah *black mulberry* 49,193%, air 42,228%, gula stevia 4,579%, Na Benzoat 0,5%, asam sitrat 1,5%, pektin 1% dan garam dapur 0,1%.

Design Expert memberikan solusi formulasi optimal berdasarkan prediksi hasil respon organoleptik dalam atribut warna dengan skor 4,47 (agak kuat), rasa dengan skor 4,29 (agak kuat), aroma dengan skor 3,98 (agak tidak kuat), dan kekentalan dengan skor 4,54 (agak kuat).

Perbandingan hasil analisis program *design expert* metoda *d-optimal* dengan analisis laboratorium terhadap minuman fungsional *black mulberry* formulasi terpilih dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Respon *Design Expert* dengan Analisis dari Laboratorium

No	Respon	Hasil <i>Design Expert</i>	Hasil Analisis Laboratorium
1	Warna	4,47	5,1
2	Rasa	4,29	4,43
3	Aroma	3,98	4,17
4	Kekentalan	4,54	4,37

Perbandingan hasil program dan analisis laboratorium ini bermaksud untuk mengukur derajat ketepatan program selain dari keterangan yang diberikan dalam bentuk *desirability* berjumlah 1 yang artinya baik.

selisih dari kedua hasil ini tidak terlalu jauh sehingga dapat dikatakan program memiliki ketepatan yang baik dalam menentukan formulasi produk yang dapat dilihat dari perbandingan hasil analisis yang masih berdekatan dengan hasil data program. Selain itu setelah dilakukan pengujian validasi dan verifikasi dengan menggunakan metode uji F dan uji T didapat hasil bahwa kedua metode dapat dibandingkan dan tidak berbeda signifikan.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian mengenai optimalisasi formulasi minuman fungsional *black mulberry* dengan menggunakan *design expert* metode *mixture d-optimal*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. *Design Expert* Metode *D-Optimal* memberikan 11 formulasi awal untuk analisis data minuman fungsional *black mulberry* dengan variabel berubah yaitu buah *black mulberry*, air dan gula stevia 5%. Kemudian dihasilkan 1 formulasi akhir yang sudah disesuaikan standarnya dengan keinginan peneliti.
2. Formulasi optimal yang dihasilkan oleh *design expert* dengan variabel berubah yaitu buah *black mulberry* 49,193%, air 42,228%, dan gula stevia 4,579%, Variabel tetap yaitu natrium benzoat 1000ppm 0,5%, asam sitrat 0,1% yaitu 1,5%, pektin 1% dan garam dapur 0,1M 1%. Prediksi terhadap respon organoleptik dalam atribut warna dengan skor 4,47 (agak kuat), rasa dengan skor 4,29 (agak kuat), aroma dengan skor 3,98 (agak tidak kuat), kekentalan dengan skor 4,54 (agak kuat) dan *desirability* 1,000.
3. Hasil analisis laboratorium formulasi optimal terhadap atribut warna yaitu dengan skor 5,1 (Suka), rasa yaitu

atribut aroma yaitu dengan skor 4,17 (Agak Suka). Hasil analisis laboratorium mendekati prediksi program *design expert* metode *d-optimal*.

and Biology, 15(3): 612–620.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2001. Kajian proses standarisasi produk pangan fungsional di Badan Pengawasan Obat dan Makanan. Lokakarya Kajian Penyusunan Standar Pangan Fungsional. Badan Pengawasan Obat dan Makanan, Jakarta.
- Bas D, Boyaci IH. 2007. *Modeling and Optimization I : Usability Of Response Surface Methodology*. J Food Eng.
- Kartika, B. 1987. Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Yogyakarta.
- Lee, S.H., Choi, S.Y., Kim, H., Hwang, J.S., Lee, B.G., Gao, J.J., & Kim, S.Y. 2002. Mulberroside F Isolated from the Leaves of *Morus alba* Inhibits Melanin Biosynthesis. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 25(8): 1045-1048.
- Nugraha, Dea. 2014. Optimalisasi Formulasi *Food Bar* Berbahan Tambahan (Isolat Soy Protein, Dekstrin, dan Madu) Menggunakan Program *Design Expert* Metoda *D-Optimal* (Skripsi). Universitas Pasundan Bandung.
- Pratiwi .E. 2014. Studi Pembuatan Teh Daun Benalu Kopi (*Loranthus parasiticus*) dengan Tingkat Konsentrasi Sari Belimbing Wuluh sebagai Minuman Fungsional. Teknologi Pertanian, Universitas Andalas. Padang.
- Zafar, M.S., Muhammad, F., Javed, I., Akhtar, M., Khaliq, T., Aslam, B., Waheed, A., Yasmin, R., & Zafar, H. 2013. White Mulberry (*Morus alba*): A Brief Phytochemical and Pharmacological Evaluations Account.

LAMPIRAN HKI



BERITA RESMI PATEN SEDERHANA SERI-A

No. BRP527/S/II/2017

DIUMUMKAN TANGGAL 24 FEBRUARI 2017 s/d 24 APRIL 2017

PENGUMUMAN BERLANGSUNG SELAMA 2 (DUA) BULAN
SESUAI DENGAN KETENTUAN PASAL 123 AYAT (2)
UNDANG-UNDANG PATEN NOMOR 13 TAHUN 2016

DITERBITKAN BULAN FEBRUARI 2017

DIREKTORAT PATEN, DTLST DAN RD
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA REPUBLIK INDONESIA

Activate Windows
Go to PC settings to

BERITA RESMI PATEN SEDERHANA SERI-A

No. 527 TAHUN 2017

**PELINDUNG
MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA**

TIM REDAKSI

Penasehat : **Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual**
Penanggung jawab : **Direktur Paten, DTLST dan PD**
Ketua : Kasubdit Permohonan dan Publikasi Paten
Sekretaris : Kasi. Publikasi dan Dokumentasi Paten
Anggota : Hananto Adi, SH
Syahroni., S.S
Patni Leni Kurniasih

Penyelenggara

Direktorat Paten, DTLST dan PD
Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual

Alamat Redaksi dan Tata Usaha

J. H.R. Pasuna Said Kav. 8-9
Jakarta Selatan 12190

Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Website : www.dgjp.go.id

(20) RI Permohonan Paten

(19) ID

(11) No Pengumuman : 2017/S/00135

(13) A

(51) I.P.C : Int.Cl.8/D 21B 1/34

(21) No. Permohonan Paten : S00201607903

(22) Tanggal Penerimaan Permohonan Paten :
18 November 2016

(30) Data Prioritas :
(31) Nomor (32) Tanggal (33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman Paten :
24 Februari 2017

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :
Dr. Ir. Yusman Taufik., MP
Fakultas Teknik Jurusan Teknologi Pangan Unpas
Jl. Setiabudhi No. 193 Bandung

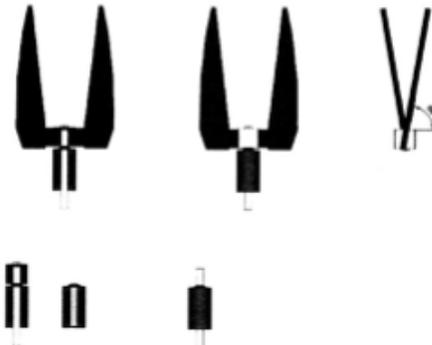
(72) Nama Inventor :
Dr. Tantan Widianara, S.T., M.T., ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

(54) Judul Invensi : Alat Untuk Memisahkan Bubur dan Ampas Buah Kelompok Beri

(57) Abstrak :

Invensi ini berupa suatu alat untuk memisahkan bubur dan ampas buah kelompok beri seperti buah murbei (*Morus sp.*), stroberi, dan buah sejenisnya yang memiliki karakter serupa, lebih khususnya berupa pengaduk alat pulper yang dikembangkan pada bagian impeller dengan sudut kemiringan pengaduk 75-85o. Impeller ini terdiri dari satu pasang (dua buah) yang dapat dipasang-lepas pada alat pengurai pulp dengan konstruksi berseberangan satu sama lain dengan posisi tidak sejajar membentuk sudut 10-30 derajat, dan kedua bilah tersebut memiliki sudut kemiringan 75-85 derajat dari bidang datar tabung alat pengurai pulp, dengan ukuran tinggi bilah menyamai tinggi tabung alat pengurai pulp, mempunyai kapasitas 5 kg/menit.



LAMPIRAN SERTIFIKAT SEMINAR



DETERMINATION OF SHELF LIFE OF BLACK MULBERRY FRUIT JUICE IN HDPE PACKAGING



Yusman Taufik, Yudi Garnida, Yellianty, Thomas Gozali

Department of Food Technology, Faculty of Engineering, Pasundan University

Introduction

Black Mulberry fruit can be processed into various forms of food processing or added to food processing to improve the food, one form of food processing namely fruit juice. Fruit juice drinks can be made in various dosage forms, ranging from powder preparations to ready to drink. Fruit juice drinks are generally made in ready to drink preparations because of the minimal processing so as to maintain the nutritional content and health benefits. However, ready to drink preparations generally have a shorter shelf life compared to powder preparations. One effort to extend the shelf life of the product is to use the right and good packaging techniques. Packaging is a process of packaging, packaging or packing a product by using certain ingredients so that the products in it can be accommodated and protected, while the product packaging is the packaging part of a product that is in it. Packaging is one way to preserve or extend the life of food or food products contained therein.

The shelf life of a product is influenced by various factors. One factor that can affect shelf life is the characteristics of raw materials or packaged products. Therefore, in this study will be tested the shelf life of black mulberry juice packed with HDPE using the Arrhenius method

Method

Shelf life testing

The test used in this study is to determine the shelf life of black mulberry juice drinks with a storage temperature of 5°C, 15°C, and 25°C. Visual observation and chemical analysis are carried out every 2 days for 6 days which includes chemical response (Vitamin C), microbiological response (total microbes) and physical response (pH). After that, the determination of shelf life uses the Arrhenius method.

Conclusion

Based on the research, the determination of shelf life with Arrhenius method with different storage temperatures of 5°C, 15°C and 25°C produces black mulberry juice drinks in HDPE packaging with shelf life of 6.23, 6.43, and 6.13 days consecutively based on TPC value; 6.65, 5.75, and 3.18 days consecutively based on pH value; and 5.34, 5.71, and 6.44 days consecutively based on Vitamin C levels.

Presented in PATPI-SEAFast International Conference
JIEXPO, 3-5 October 2018

Results

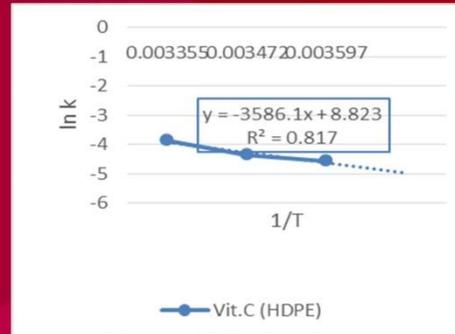


Figure 1. Relationship between the temperature and Vitamin C of Black Mulberry juice

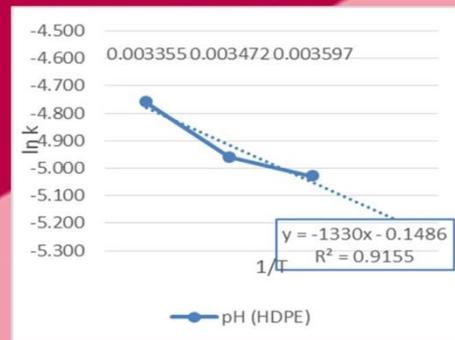


Figure 2. Relation of pH and temperature of Black Mulberry juice

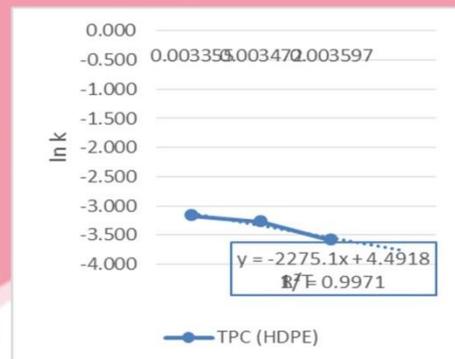


Figure 3. Relationship of ln k and temperature with the total plate count of Black mulberry juice