

**FORMULASI DAN PROFIL ANTIOKSIDAN SERTA
MASA SIMPAN MINUMAN SERBUK BERBASIS SELEDRI
(*Apium graveolens* L.) SEBAGAI ALTERNATIF
PENANGGULANGAN HIPERTENSI**

**SABELLA VANIA SIMON
K211 16 014**



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

SKRIPSI

**FORMULASI DAN PROFIL ANTIOKSIDAN SERTA
MASA SIMPAN MINUMAN SERBUK BERBASIS SELEDRI
(*Apium graveolens* L.) SEBAGAI ALTERNATIF
PENANGGULANGAN HIPERTENSI**

**SABELLA VANIA SIMON
K211 16 014**



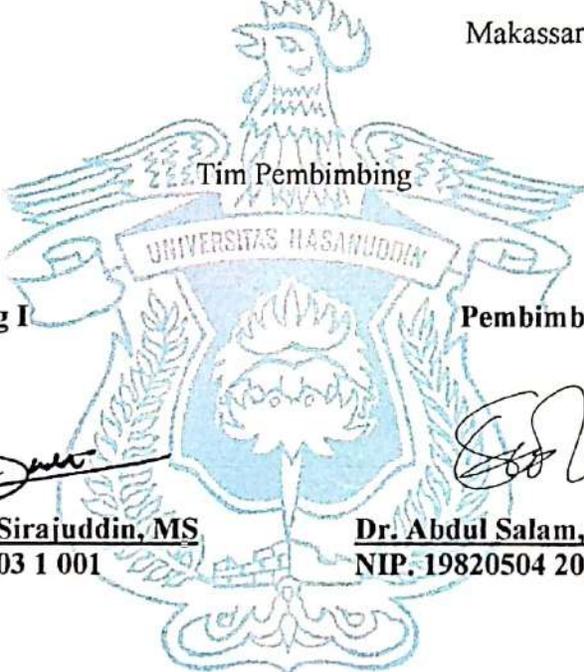
*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Gizi*

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

PERNYATAAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi dan disetujui untuk diperbanyak sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Gizi pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.

Makassar, 13 Agustus 2020

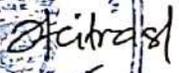

Tim Pembimbing

Pembimbing I **Pembimbing II**

Prof. Dr. Saifuddin Sirajuddin, MS **Dr. Abdul Salam, SKM., M.Kes**
NIP. 19590824 198503 1 001 **NIP. 19820504 201012 1 008**

Mengetahui
Ketua Program Studi Ilmu Gizi
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin


Dr. dr. Citrakesumasari, M.Kes., Sp.GK
NIP. 19630318 199202 2 001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Kamis, 13 Agustus 2020.

Ketua : **Prof. Dr. Saifuddin Sirajuddin, MS**



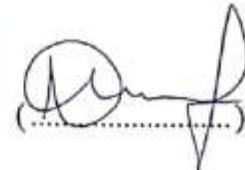
(.....)

Sekretaris : **Dr. Abdul Salam, SKM., M.Kes**



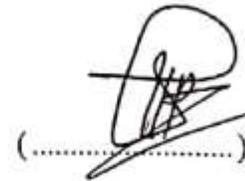
(.....)

Anggota : **Dr. Nurhaedar Jafar, Apt., M.Kes**



(.....)

Dr. Zakaria, STP., M.Kes



(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sabella Vania Simon
NIM : K211 16 014
Fakultas/Prodi : Kesehatan Masyarakat/Illmu Gizi
HP : 081354369138
E-mail : sabellavaniaaa@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Formulasi dan Profil Antioksidan Serta Masa Simpan Minuman Serbuk Berbasis Seledri (*Apium graveolens* L.) sebagai Alternatif Penanggulangan Hipertensi” benar adalah asli karya penulis dan bukan merupakan plagiarisme dan/atau hasil pencurian hasil karya milik orang lain, kecuali bagian-bagian yang merupakan acuan dan telah disebutkan sumbernya pada daftar pustaka. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 14 September 2020

Yang Membuat Pernyataan



Sabella Vania Simon

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Program Studi Ilmu Gizi
Makassar, Juli 2020

Sabella Vania Simon

“Formulasi dan Profil Antioksidan Serta Masa Simpan Minuman Serbuk Berbasis Seledri (*Apium graveolens* L.) Sebagai Alternatif Penanggulangan Hipertensi”

(xvi + 117 halaman + 13 tabel + 11 gambar + 9 lampiran)

Hipertensi merupakan tantangan besar di Indonesia karena sering ditemukan pada pelayanan kesehatan tingkat primer. Sebagian masyarakat sering menggunakan tanaman seledri untuk menurunkan tekanan darah tinggi. Tanaman seledri mengandung senyawa fungsional seperti alkaloid, flavonoid, apigenin, tanin, dan saponin. Kesegaran tanaman seledri biasanya hanya mampu bertahan 8-12 jam setelah dipetik. Maka dari itu, perlu dikembangkan menjadi produk minuman serbuk yang mudah dikonsumsi dan tahan lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi terbaik minuman serbuk berbasis seledri, melakukan skrining dan aktivitas antioksidan, serta menentukan masa simpan minuman serbuk berbasis seledri.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif berbasis laboratorium. Formulasi minuman serbuk masing-masing terdiri dari seledri, gula pasir, dan perisa alami. Perisa alami digunakan sebagai pembeda tiap formula, diantaranya yaitu lemon, kayu manis, daun pandan, dan jahe. Setelah melalui uji daya terima, kemudian formula terpilih akan digunakan untuk analisis selanjutnya yaitu skrining antioksidan, analisis aktivitas antioksidan dan penentuan masa simpan. Dalam menentukan masa simpan, sampel formula terpilih akan disimpan dan diamati perubahan mutunya selama 14 hari pada suhu 25⁰C, 35⁰C, dan 45⁰C.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula terbaik adalah formula 4, yaitu formula dengan tambahan perisa jahe. Minuman serbuk berbasis seledri mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, triterpenoid, steroid, dan saponin. Aktivitas antioksidan dari minuman serbuk berbasis seledri adalah sebesar 70,74 ppm. Selain itu, minuman serbuk berbasis seledri pada formula terpilih tidak dapat diketahui masa simpannya, karena kadar air awal produk belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh SNI.

Melalui penelitian ini dapat disimpulkan bahwa minuman serbuk berbasis seledri memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong kuat. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar dan/atau pembelajaran bagi penelitian selanjutnya akan topik yang berkaitan.

Kata Kunci : Seledri, Minuman Serbuk, Antioksidan, Masa Simpan.

Daftar Pustaka : 110 (1974-2019)

*Those **blessings** are the sweetest
that are won with **prayer** and worn with **thanks** .*
-Thomas Goodwin

Philippians 4:13
I can do all things through Him who strengthens me.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan hanya ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena penyertaan dan kasih setia-Nya yang melimpah sehingga penulis dimampukan untuk menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “*Formulasi dan Profil Antioksidan serta Masa Simpan Minuman Serbuk Berbasis Seledri (Apium graveolens L.) sebagai Alternatif Penanggulangan Hipertensi*”. Skripsi ini disusun sebagai tugas akhir S1 pada Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin.

Perjalanan untuk dapat sampai di titik ini tidaklah mudah dan harus ditempuh melalui berbagai hambatan yang cukup menantang. Dalam menempuh perjalanan tersebut, penulis sangat bersyukur karena senantiasa mendapatkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan segala hormat dan kerendahan hati, pertamanya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yesus yang senantiasa memberikan kekuatan, membimbing dan menyertai penulis dalam segala hal dan keadaan, baik saat senang maupun susah.

Selanjutnya, dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Simon Yamin dan Sandra Mulyono, atas seluruh doa, kasih sayang, bantuan, dukungan, pengertian dan kepercayaan yang diberikan sehingga dapat membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih baik dari hari kemarin.

2. Bapak Prof. Dr. Saifuddin Sirajuddin, MS, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya dan dengan penuh kesabaran membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Abdul Salam, SKM, M.Kes, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dan dengan penuh ketelitian mengoreksi skripsi penulis sehingga dapat menjadi lebih baik.
4. Bapak Dr. Aminuddin Syam, SKM., M.Kes, M.Med.ED, selaku dekan FKM Unhas yang telah menginspirasi dan mengubah pola pikir penulis melalui salah satu mata kuliah yang beliau bawakan.
5. Ibu Dr. dr. Citrakesumasari, M.Kes., Sp.GK, sebagai Ketua Program Studi Ilmu Gizi sekaligus pembimbing akademik yang telah menginspirasi penulis dan telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis selama menempuh perkuliahan.
6. Ibu Nurhaedar Jafar Apt., M.Kes dan Bapak Dr. Zakaria, STP, M.Kes, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji penulis dan memberikan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
7. Saudara-saudara penulis – Ce Sally, Surya dan Satria, yang membantu penulis saat kesulitan dan dengan sangat sabar menghadapi penulis.
8. *Tim irdeleS* – Hendra dan Ifah, selaku teman seperjuangan skripsi. Terima kasih atas kerjasama, bantuan dan semangat yang diberikan satu sama lain hingga akhirnya bisa bersama-sama menyelesaikan apa yang kita mulai.

9. *CEWE ABG* – Cece, Ekky, Wening, Elma, Aay, Gian. Terima kasih telah menjadi teman penulis sejak jaman maba yang sangat polos sampai sekarang, dimana masing-masing sudah mulai berubah menjadi wanita-wanita yang hebat dan luar biasa.
10. *Bad Girl* – Adilah, Cece, Elma. Terima kasih sudah mewarnai kehidupan penulis melalui sikap dan tindakan kalian yang apa adanya, sederhana tapi luar biasa. Terima kasih atas segala pengertian, dukungan, dan kebersamaannya selama ini.
11. Teman-teman F16HTER – terima kasih atas segala bantuan dan kebersamaannya selama masa perkuliahan.
12. Bapak/ibu dosen FKM Unhas yang telah membimbing dan mengajari kami selama masa perkuliahan.
13. Bapak Syahrul dan kakak-kakak yang berada di Laboratorium Kimia Makanan Ternak Fakultas Peternakan Unhas atas kebaikan hati dan kesabarannya dalam menghadapi penelitian kami.
14. Semua pihak yang telah hadir dan memberi warna dalam kehidupan penulis. Mohon maaf apabila penulis tidak dapat menuliskan nama kalian satu persatu, akan tetapi penulis sangat bersyukur akan segala doa, dukungan, dan pelajaran dalam bentuk apapun yang telah kalian berikan, sehingga penulis dapat menjadi pribadi yang lebih baik.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari

berbagai pihak. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi yang memerlukan.

Makassar, Juli 2020.

Penulis.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Tinjauan Umum tentang Hipertensi	10
B. Tinjauan Umum tentang Seledri	12
C. Tinjauan Umum tentang Minuman Serbuk.....	17
D. Tinjauan Umum tentang Bahan Tambahan.....	20
E. Tinjauan Umum tentang Antioksidan	24
F. Tinjauan Umum tentang Masa Simpan.....	28
G. Kerangka Teori.....	50
BAB III KERANGKA KONSEP	53
A. Kerangka Konsep	53
B. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	54
BAB IV METODE PENELITIAN	58
A. Jenis Penelitian.....	58
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	59
C. Populasi dan Sampel Penelitian	59

D. Instrumen Penelitian.....	60
E. Tahapan Penelitian	62
F. Diagram Alur Penelitian	76
G. Pengolahan dan Analisis Data.....	78
H. Penyajian Data	78
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	79
A. Hasil Penelitian	79
B. Pembahasan.....	92
C. Keterbatasan Penelitian.....	115
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	116
A. Kesimpulan	116
B. Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN.....	133

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Tekanan Darah untuk Orang Dewasa Menurut JNC-7.....	10
Tabel 2.2	Komposisi Zat Gizi Seledri per 100 gram BDD.....	14
Tabel 2.3	Syarat Mutu Serbuk Minuman Tradisional.....	18
Tabel 2.4	Suhu Percobaan Percepatan Masa Simpan Metode ASLT yang Dapat Digunakan untuk Beberapa Jenis Produk.....	40
Tabel 2.5	Kehilangan/Kemunduran Mutu Berdasarkan Model Reaksi Orde Nol dan Orde Satu.....	46
Tabel 5.1	Hasil Skrining Antioksidan Secara Kualitatif Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	83
Tabel 5.2	Hasil Aktivitas Antioksidan dan IC50 Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	84
Tabel 5.3	Hasil Analisis Kadar Air Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	86
Tabel 5.4	Hasil Analisis Kelarutan Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	87
Tabel 5.5	Hasil Analisis Total Mikroba Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	88
Tabel 5.6	Persamaan Reaksi Hubungan Antara Perubahan Mutu Kadar Air dan Suhu Penyimpanan pada Orde Reaksi Nol dan Orde Reaksi Satu.....	89
Tabel 5.7	Nilai Konstanta Perubahan Mutu dan Masa Simpan Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	90
Tabel 5.8	Nilai $\ln k$ dan $(1/T)$ pada Masing-Masing Suhu Penyimpanan.....	91

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 2.1	Seledri Daun.....	12
Gambar 2.2	Ilustrasi Penurunan Mutu (Q) dengan Model Reaksi Orde Nol.....	43
Gambar 2.3	Karakteristik penurunan mutu (Q) dengan model reaksi orde pertama, sesuai dengan Persamaan 2.6.....	45
Gambar 2.4	Karakteristik penurunan mutu (Q) dengan model reaksi orde pertama, sesuai dengan Persamaan 2.7.....	45
Gambar 2.5	Kerangka Teori.....	52
Gambar 3.1	Kerangka Konsep.....	53
Gambar 4.1	Diagram Alur Penelitian.....	76
Gambar 4.2	Diagram Alur Penelitian Masa Simpan.....	77
Gambar 5.1	Formula Minuman Serbuk Berbahan Dasar Seledri	82
Gambar 5.2	Diagram Aktivitas Daya Hambat Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	84
Gambar 5.3	Grafik Perubahan Kadar Air Minuman Serbuk Berbasis Seledri Selama Penyimpanan di Berbagai Suhu Penyimpanan.....	86

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
Lampiran 1.	Hasil Analisis Laboratorium.....	133
Lampiran 2.	Perhitungan Persen Inhibisi.....	137
Lampiran 3.	Perhitungan Nilai IC50.....	138
Lampiran 4.	Kurva Orde Reaksi di Masing-Masing Suhu Penyimpanan.....	140
Lampiran 5.	Grafik Korelasi $\ln k$ dan $(1/T)$ serta Perhitungan Energi Aktivasi.....	143
Lampiran 6.	Dokumentasi Proses Pembuatan Minuman Serbuk Berbasis Seledri.....	144
Lampiran 7.	Dokumentasi Kemasan dan Penyimpanan dalam Inkubator.....	145
Lampiran 8.	Dokumentasi Analisis Perubahan Mutu.....	146
Lampiran 9.	Surat Izin Penelitian.....	147

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hipertensi merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat, baik secara global maupun regional. Hipertensi hingga saat ini masih merupakan penyebab utama dan faktor risiko yang penting terhadap penyakit kardiovaskular, serebrovaskular, penyakit ginjal, stroke, penyakit jantung koroner, gagal jantung dan gagal ginjal (Hardinsyah & Supariasa, 2016).

Hipertensi dikategorikan sebagai *the silent killer* karena penderita tidak mengetahui dirinya mengidap hipertensi sebelum memeriksakan tekanan darahnya (Wulandari & Puspita, 2019). Peningkatan tekanan darah yang berlangsung dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan kerusakan pada ginjal (gagal ginjal), jantung (penyakit jantung koroner) dan otak (menyebabkan stroke) bila tidak dideteksi secara dini dan mendapat pengobatan yang memadai (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

World Health Organization menyatakan bahwa jumlah penderita hipertensi pada tahun 2015 mencapai angka 1,13 miliar orang. Angka ini cukup tinggi apabila dibandingkan dengan data WHO pada tahun 1975 yang menyatakan bahwa penderita hipertensi adalah sebesar 594 juta orang. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar, prevalensi hipertensi berdasarkan hasil pengukuran pada penduduk umur >18 tahun di Indonesia mengalami kenaikan dari 25,8% pada

tahun 2013 menjadi 34,1% pada tahun 2018. Selain itu, berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar, prevalensi hipertensi di Sulawesi Selatan tahun 2018 telah mencapai angka 31,68%, dimana angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2007 dan 2013 yaitu sebesar 29% dan 28,1%.

Hipertensi merupakan tantangan besar di Indonesia karena sering ditemukan pada pelayanan kesehatan tingkat primer. Faktor risiko hipertensi adalah umur, jenis kelamin, riwayat keluarga, genetik, kebiasaan merokok, konsumsi garam, konsumsi lemak jenuh, penggunaan jelantah, kebiasaan konsumsi minuman beralkohol, obesitas, kurang aktivitas fisik, stress, dan penggunaan estrogen (Kemenkes RI, 2014).

Penatalaksanaan hipertensi dapat dilakukan dengan dua metode yakni penatalaksanaan farmakologi menggunakan obat-obatan dan non farmakologi (Dasuki dkk, 2018). Salah satu penanganan secara non farmakologi dalam mengatasi hipertensi adalah dengan terapi komplementer. Penggunaan terapi komplementer bersifat alamiah salah satunya adalah dengan terapi herbal. Terapi herbal banyak digunakan oleh masyarakat dalam mengatasi penyakit hipertensi dikarenakan memiliki efek samping yang relatif kecil jika digunakan secara tepat (Nurngains dkk, 2015).

Penggunaan tanaman obat secara tunggal ataupun kombinasinya telah digunakan sejak dahulu untuk mengurangi keluhan hipertensi. Seledri (*Apium graveolens* L.) merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia dan sering digunakan oleh masyarakat untuk mengatasi hipertensi (Triyono dkk, 2017).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Latuconsina dkk (2019), responden diberikan intervensi bawang putih dan seledri yang dikombinasikan dengan obat *amlodipine 5 mg* selama 4 hari. Terdapat penurunan tekanan darah penderita hipertensi dengan persentase penurunan paling tinggi terdapat pada kelompok seledri, yaitu sebanyak 18 orang (72%) mengalami penurunan tekanan darah sistolik hingga tahap normal dan 21 orang (84%) mengalami penurunan tekanan darah diastolik hingga tahap normal. Angka tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan intervensi kelompok bawang putih, yaitu sebanyak 12 orang (48%) mengalami penurunan tekanan darah sistolik hingga tahap normal dan 14 orang (56%) mengalami penurunan tekanan darah diastolik hingga tahap normal.

Seledri memiliki kandungan antioksidan yang berpengaruh terhadap tekanan darah. Beberapa kandungan seledri yang berperan penting dalam menurunkan tekanan darah, antara lain flavonoid, flavo-glikosida (apiin), apigenin, fitosterol, kalium, pthalides, magnesium, dan asparagin (Donna dkk, 2018). Kandungan flavonoid berfungsi sebagai antioksidan yang dapat digunakan sebagai anti-inflamasi (Donna dkk, 2018). Apigenin berfungsi sebagai *beta blocker* yang dapat memperlambat detak jantung dan menurunkan kekuatan kontraksi jantung sehingga aliran darah yang terpompa lebih sedikit dan tekanan darah menjadi berkurang. Manitol dan apiin, bersifat diuretik yaitu membantu ginjal mengeluarkan kelebihan cairan dan garam dari dalam tubuh, sehingga berkurangnya cairan dalam darah akan menurunkan tekanan darah (Saputra & Fitria, 2016).

Kalium yang terkandung dalam seledri berfungsi untuk meningkatkan cairan intraseluler dengan menarik cairan ekstraseluler, sehingga terjadi perubahan keseimbangan pompa natrium-kalium yang akan menyebabkan penurunan tekanan darah. Magnesium dan zat besi yang terkandung dalam seledri bermanfaat memberi gizi pada sel darah, membersihkan dan membuang simpanan lemak yang berlebih, dan membuang sisa metabolisme yang menumpuk, sehingga mencegah terjadinya aterosklerosis yang dapat menyebabkan kekakuan pada pembuluh darah yang akan mempengaruhi resistensi vaskuler. Selain itu, seledri mengandung *3-n-butyl phtalide* (3nB), suatu senyawa yang tidak hanya bertanggung jawab terhadap bau khas seledri, tetapi juga dapat menurunkan tekanan darah dengan merelaksasi atau melemaskan otot-otot halus pembuluh darah (Saputra & Fitria, 2016).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sakinah dan Azhari pada tahun 2018, menunjukkan bahwa terjadi penurunan tekanan darah pada penderita hipertensi di wilayah kerja Puskesmas Pangkajene Kabupaten Sidrap setelah diberikan rebusan daun seledri. Nilai rata-rata tekanan darah sistol responden sebelum diberikan rebusan daun seledri adalah sebesar 148,67 mmHg, kemudian setelah diberikan rebusan daun seledri turun menjadi 139,33 mmHg. Nilai rata-rata tekanan darah diastole sebelum diberikan rebusan daun seledri adalah sebesar 95,33 mmHg, kemudian turun menjadi 90,33 mmHg. Dari hasil uji *Paired T-Test*, didapatkan nilai p sebesar 0,000 ($\alpha = 0,05$; $p < 0,05$), yang berarti terdapat

pengaruh pemberian rebusan daun seledri terhadap penurunan tekanan darah penderita hipertensi.

Penelitian serupa dilakukan oleh Asmawati dkk pada tahun 2015, menunjukkan bahwa terjadi penurunan tekanan darah pada penderita hipertensi di posyandu lansia Kelurahan Pajar Bulan Kecamatan Way Tenong Lampung Barat. Nilai rata-rata tekanan darah sistol responden sebelum diberikan rebusan daun seledri adalah sebesar 166,33 mmHg, kemudian setelah diberikan rebusan daun seledri selama seminggu turun menjadi 146,28 mmHg. Nilai rata-rata tekanan darah diastole sebelum diberikan rebusan daun seledri adalah sebesar 98,17 mmHg, kemudian turun menjadi 84,50 mmHg. Hasil uji statistik diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,000 ($\alpha = 0,05$). Sehingga dapat disimpulkan adanya pengaruh yang signifikan antara sebelum dan sesudah responden meminum rebusan seledri terhadap penurunan tekanan darah.

Kesegaran seledri biasanya hanya mampu bertahan 8-12 jam setelah dipetik (Arief, 2014). Maka dari itu dibutuhkan suatu kemampuan penerapan teknologi yang tepat untuk membantu mengembangkan potensi bahan pangan serta mempertahankan kesegaran dan keutuhan nilai gizi bahan pangan atau paling tidak dapat meminimalisasi penurunan kualitas gizi.

Potensi seledri sebagai tanaman berkhasiat telah banyak diteliti, akan tetapi pemanfaatan dan pengembangan seledri masih kurang banyak dilakukan padahal tanaman seledri sesungguhnya dapat dimanfaatkan secara lebih maksimal lagi. Pada tahun 2018, Donna dkk mengembangkan seledri menjadi suatu produk

minuman siap minum yang dimakan ”*Ex-Sel*” yang merupakan singkatan dari ekstrak daun seledri. Selain itu, terdapat pula produk olahan seledri dalam bentuk simplisia, teh celup, kapsul, keripik, dan tepung yang telah dipasarkan dengan berbagai merk dagang.

Salah satu produk alternatif yang dapat ditawarkan adalah dengan mengolah seledri segar menjadi suatu produk minuman serbuk. Minuman serbuk memiliki kualitas dan stabilitas produk yang lebih baik dibandingkan minuman cair karena kandungan air di dalamnya sangat rendah (Verral, 1984 dalam Bunardi, 2016), sehingga dapat meningkatkan masa simpan, kandungan nutrisi, distribusi dan pengemasan.

Minuman serbuk memiliki beberapa keunggulan antara lain mudah disimpan, memiliki biaya distribusi yang lebih rendah, daya simpan produk cukup lama (bisa sampai 2 tahun) serta penggunaan bahan baku pada umumnya tidak memerlukan bahan pengawet karena produknya memiliki kadar air yang rendah (Srianta & Trisnawati, 2015).

Pengolahan pangan pada industri komersial umumnya bertujuan memperpanjang masa simpan; mengubah atau meningkatkan karakteristik produk dalam hal warna, cita rasa, dan tekstur; mempermudah penanganan dan distribusi; memberikan lebih banyak pilihan dan ragam produk pangan di pasaran; serta nilai ekonomis bahan baku juga dapat ditingkatkan. Selain itu, mutu pangan juga dapat dipertahankan atau ditingkatkan, terutama mutu gizi, daya cerna, dan ketersediaan gizi. Kriteria atau komponen mutu yang penting pada komoditas pangan adalah

keamanan, kesehatan, *flavor*, tekstur, warna, umur simpan, kemudahan, kehalalan, dan harga (Andarwulan & Hariyadi, 2004).

Penetapan umur simpan dan parameter sensori sangat penting pada tahap penelitian dan pengembangan produk pangan baru, karena terkait dengan keamanan produk pangan dan untuk memberikan jaminan mutu pada saat produk sampai ke tangan konsumen (Herawati, 2008). Informasi umur simpan produk sangat penting bagi banyak pihak, baik produsen, konsumen, penjual dan distributor. Konsumen tidak hanya dapat mengetahui tingkat keamanan dan kelayakan produk untuk dikonsumsi, tetapi juga dapat mengetahui ketika terjadi perubahan citarasa, penampakan dan kandungan gizi pada produk tersebut. Perubahan-perubahan tersebut secara langsung akan mempengaruhi mutu dari suatu produk. Bagi produsen, informasi umur simpan merupakan bagian dari konsep pemasaran produk yang penting secara ekonomi dalam hal pendistribusian produk serta berkaitan dengan usaha pengembangan jenis bahan pengemas yang digunakan. Bagi penjual dan distributor, informasi umur simpan sangat penting dalam hal penanganan stok barang dagangannya. Maka dari itu, sangat penting untuk mengetahui masa simpan dari suatu produk (Swadana & Yuwono, 2014).

Penelitian tentang pengembangan seledri menjadi produk minuman serbuk masih belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk membuat formulasi produk minuman serbuk berbasis seledri dan dilanjutkan dengan menganalisis masa simpan serta profil antioksidan dari formulasi produk minuman serbuk berbasis seledri.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah formulasi minuman serbuk berbasis seledri (*Apium graveolens* L.)?
2. Bagaimanakah profil antioksidan (kualitatif dan aktivitas antioksidan) pada minuman serbuk berbasis seledri (*Apium graveolens* L.)?
3. Berapa lamakah masa simpan minuman serbuk berbasis seledri (*Apium graveolens* L.)?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi dan profil antioksidan serta masa simpan minuman serbuk berbasis seledri sebagai alternatif penanggulangan hipertensi.

2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui formulasi minuman serbuk berbasis seledri.
- b. Untuk mengetahui profil antioksidan (kualitatif dan aktivitas antioksidan) pada minuman serbuk berbasis seledri.
- c. Untuk mengetahui masa simpan formulasi minuman serbuk berbasis seledri.

D. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap berbagai pihak, diantaranya:

1. Aspek Ilmiah

Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan secara teoritis dalam memberikan kontribusi dalam pengetahuan, terutama dalam bidang teknologi pangan dan gizi.

2. Aspek Institusi

Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi salah satu informasi penting bagi civitas akademika Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin sebagai salah satu informasi penting dalam melakukan pengkajian dan penelitian berkelanjutan.

3. Aspek Aplikatif

Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan secara praktis sebagai bahan referensi bagi masyarakat umum dan sebagai bahan informasi kepada peneliti lainnya dalam penyusunan suatu karya ilmiah dan pengaplikasian ilmu pengetahuan yang diperoleh terkait dengan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Hipertensi

Hipertensi atau tekanan darah tinggi adalah peningkatan tekanan darah sistolik lebih dari 140 mmHg dan tekanan darah diastolik lebih dari 90 mmHg pada dua kali pengukuran dengan selang waktu lima menit dalam keadaan cukup istirahat/tenang (Kemenkes RI, 2014). Hipertensi adalah suatu kondisi ketika terjadi peningkatan tekanan darah secara kronis, dan dalam jangka panjang yang menyebabkan kerusakan organ serta akhirnya meningkatkan angka kesakitan dan angka kematian (Hardinsyah & Supariasa, 2016).

Seventh Report of the Joint National Committee (JNC-7) on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure tahun 2003, mendefinisikan dan mengklasifikasikan hipertensi seperti dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Klasifikasi Tekanan Darah untuk Orang Dewasa
Menurut JNC-7**

Klasifikasi Tekanan Darah	Tekanan Sistolik (mmHg)	Tekanan Diastolik (mmHg)
Normal	< 120	dan < 80
Prehipertensi	120 - 139	atau 80 - 89
Hipertensi stadium I	140 - 159	atau 90 – 99
Hipertensi stadium II	≥ 160	Atau ≥ 100

Sumber: Hardinsyah dan Supariasa, 2016

Berdasarkan penyebabnya, jenis hipertensi dapat digolongkan menjadi dua yaitu hipertensi primer dan hipertensi sekunder. Hipertensi primer terdapat pada lebih dari 90% penderita hipertensi, sedangkan 10% sisanya disebabkan oleh hipertensi sekunder (Gunawan, 2007). Hipertensi primer merupakan hipertensi yang tidak diketahui penyebabnya, meskipun dikaitkan dengan kombinasi faktor gaya hidup seperti kurang bergerak dan pola makan. Hipertensi sekunder merupakan hipertensi yang diketahui penyebabnya dan biasanya disebabkan oleh penyakit lain (Kemenkes RI, 2014).

Penyebab hipertensi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu yang dapat diubah dan yang tidak dapat diubah. Faktor yang tidak dapat diubah, antara lain usia, jenis kelamin, suku/ras. Faktor yang dapat diubah, antara lain berat badan, aktivitas fisik, stress, kebiasaan merokok, minum alkohol, dan asupan makan yang tidak sehat seperti makanan tinggi garam tetapi kurang sayuran dan buah-buahan. Prevalensi hipertensi pada obesitas lebih tinggi dibandingkan dengan orang yang memiliki berat badan normal. Berat badan yang berlebihan meningkatkan beban jantung untuk memompa darah ke seluruh tubuh, akibatnya tekanan darah cenderung lebih tinggi (Hardinsyah & Supariasa, 2016).

Hipertensi dapat berdampak pada peningkatan tekanan darah sistolik dan atau penurunan tekanan darah diastolik yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Kejadian hipertensi terutama pada usia yang semakin menua menunjukkan sirkulasi dan elastisitas arteri yang kaku. Tekanan darah sistolik yang tinggi pada

orang yang lebih tua merupakan faktor risiko utama untuk terjadinya penyakit jantung, stroke, dan penyakit ginjal (Hardinsyah & Supariasa, 2016).

B. Tinjauan Umum tentang Seledri

1. Gambaran Umum Seledri

Seledri merupakan sayuran daun dan tumbuhan obat golongan keluarga Apiaceae yang biasa digunakan sebagai bumbu masakan. Seledri dikenal dengan nama ilmiah *Apium graveolens linn.* Seledri merupakan tanaman herbal yang telah banyak digunakan oleh masyarakat sebagai obat hipertensi. Berdasarkan bentuk atau struktur pohonnya, tanaman seledri dapat dibagi menjadi tiga, yaitu seledri daun (*A. graveolens L. var. secalinum*), seledri batang (*A. graveolens L. var. dulce*), dan seledri umbi atau seledri akar (*A. graveolens L. var. rapaceum*). Seledri yang banyak ditanam dan dikonsumsi di Indonesia adalah seledri daun (Arisandi & Sukohar, 2016).



Gambar 2.1 Seledri Daun

Sumber: Anonim.

Secara taksonomi tumbuhan, klasifikasi seledri adalah sebagai berikut (Fazal & Singla, 2012):

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub-divisi : Angiospermae
Kelas : Magnoliopsida
Sub-kelas : Rosidace
Ordo : Apiales
Famili : Apiaceae
Genus : *Apium*
Spesies : *Apium graveolens* L.

Seledri tumbuh tegak dengan ketinggian sekitar 50-90 cm dan memiliki bau aromatik yang khas (Fazal & Singla, 2012). Batang persegi, beralur, beruas, tidak berambut, bercabang banyak, dan berwarna hijau. Daun majemuk menyirip ganjil dengan anak daun sekitar 3-7 helai. Anak daun bertangkai 1-2,7 cm, helaian daun tipis dan rapuh, pangkal dan daun runcing, tepi beringgit, panjang 2-7-5 cm dan lebar 2-5 cm, pertulangan menyirip, berwarna hijau keputihan (BPHN, 2016).

2. Kandungan dan Khasiat Seledri

Seledri mengandung beberapa senyawa seperti flavonoid, saponin, tanin 1%, minyak atsiri 0,033%, flavor-glukosida (apiin), apigenin, kolin, lipase, mannitol, fitosterol, pthalides, asparagin, zat pahit, vitamin A, vitamin

B, vitamin C, dan alkaloid (Donna dkk, 2018). Berdasarkan Kemenkes RI tahun 2017, komposisi zat gizi seledri per 100 gram BDD dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Zat Gizi Seledri per 100 gram BDD

Komponen	Jumlah
Air	93 g
Energi	23 kal
Protein	1 g
Lemak	0.1 g
Karbohidrat	4.6 g
Serat	2 g
Abu	1.3 g
Kalsium	50 mg
Fosfor	40 mg
Besi	1 mg
Natrium	64 mg
Kalium	258.8 mg
Tembaga	0.08 mg
Seng	0.4 mg
B-Kar	63 mcg
Kar-Total	130 mcg
Thiamin	0.03 mg
Riboflavin	0.07 mg
Niasin	0.4 mg
Vit C	11 mg

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017,
Kemenkes RI

Kandungan flavonoid berfungsi sebagai antioksidan yang dapat digunakan sebagai anti-inflamasi. Kandungan pthalides dan magnesium juga berkhasiat untuk merelaksasikan dan melemaskan otot-otot pembuluh darah arteri serta menormalkan penyempitan-penyempitan yang terjadi pada

pembuluh darah arteri (Donna dkk, 2018). Manitol dan apiin bersifat diuretik, yaitu membantu ginjal mengeluarkan kelebihan cairan dan garam dari dalam tubuh, sehingga dengan berkurangnya cairan dalam darah maka dapat membantu menurunkan tekanan darah (Saputra & Fitria, 2016).

Apigenin berfungsi sebagai *beta-blocker* yang dapat memperlambat detak jantung dan menurunkan kekuatan kontraksi jantung sehingga aliran darah yang terpompa lebih sedikit dan tekanan darah menjadi berkurang. Apigenin juga bersiat *vasorelaksator* atau *vasodilator* (melebarkan pembuluh darah). Mekanisme kerjanya seperti antagonis kalsium, dengan cara menghambat kontraksi yang disebabkan oleh pelepasan kalsium. Antagonis kalsium menurunkan tekanan darah dengan cara memblokir masuknya kalsium ke dalam darah. Apabila kalsium memasuki sel otot, maka otot akan berkontraksi. Dengan menghambat kontraksi otot yang melingkari pembuluh darah, maka pembuluh darah akan melebar dan memperlancar aliran darah sehingga tekanan darah akan menurun (Saputra & Fitria, 2016).

Kalium yang terkandung dalam seledri berfungsi untuk meningkatkan cairan intraseluler dengan menarik cairan ekstraseluler, sehingga akan terjadi keseimbangan pompa natrium-kalium yang akan menyebabkan penurunan tekanan darah. Magnesium dan zat besi yang terkandung dalam seledri berfungsi untuk memberikan gizi pada sel darah, membersihkan dan membuang simpanan lemak yang berlebih, dan membuang sisa metabolisme yang menumpuk sehingga mencegah terjadinya aterosklerosis. Aterosklerosis

dapat menyebabkan kekakuan pada pembuluh darah yang akan mempengaruhi resistensi vaskuler. Selain itu, seledri mengandung *3-n-butyl phtalide* (3nB), suatu senyawa yang tidak hanya bertanggung jawab terhadap bau khas seledri, tetapi juga dapat menurunkan tekanan darah dengan merelaksasi atau melemaskan otot-otot halus pembuluh darah (Saputra & Fitria, 2016).

Seledri juga memiliki kandungan vitamin C. Vitamin C dapat mencegah terjadinya aterosklerosis, dimana vitamin C berperan dalam metabolisme kolesterol. Kekurangan vitamin C dapat menyebabkan peningkatan sintesis kolesterol. Vitamin C meningkatkan laju pembuangan kolesterol dalam bentuk asam empedu dan meningkatkan kadar HDL. Tingginya kadar HDL akan menurunkan risiko seseorang menderita penyakit aterosklerosis (Saputra & Fitria, 2016).

3. Efek Samping

Seledri merupakan tanaman herbal yang tergolong aman dengan kejadian efek samping yang sangat rendah. Namun, penggunaan seledri sebaiknya tidak berlebihan. Seledri bersifat diuretik kuat, sehingga hindari penggunaan pada orang yang memiliki gangguan ginjal akut, infeksi ginjal, dan kehamilan. Selain itu, konsumsi herba seledri segar lebih dari 200 g sekali minum dapat menyebabkan penurunan tekanan darah secara tajam sehingga dapat mengakibatkan syok. Dosis 200 g juga menyebabkan efek diuretik (BPHN, 2016). Kajian tentang dosis konsumsi seledri yang dianjurkan oleh

BPHN tahun 2016 adalah 2 x 1 *sachet* (2 g serbuk biji)/hari, seduh dalam 1 cangkir air, 1 x 1 kapsul (100 mg ekstrak daun)/hari.

Seledri mengandung senyawa psoralen, yang termasuk ke dalam golongan kumarin. Senyawa ini dapat meningkatkan sensitivitas kulit terhadap sinar matahari. Untuk menghindari efek toksik psoralen, hindari konsumsi seledri mentah yang berlebihan. Sebaiknya seledri dimasak terlebih dahulu sebelum dikonsumsi karena psoralen dapat terurai melalui proses pemasakan (BPOM, 2006).

C. Tinjauan Umum tentang Minuman Serbuk

Minuman serbuk instan dapat diartikan sebagai produk pangan berbentuk butir-butiran (serbuk) yang dalam penggunaannya mudah larut dalam air dingin maupun air panas. Minuman serbuk berkembang sangat pesat dan mulai banyak dipasarkan dalam bentuk kemasan *sachet* atau kemasan yang lebih besar. Minuman serbuk memiliki kualitas dan stabilitas produk yang lebih baik dibandingkan minuman cair karena memiliki kadar air yang sangat rendah (Verral, 1984 dalam Bunardi, 2016), sehingga penggunaan bahan baku pada umumnya tidak memerlukan bahan pengawet dan daya simpan produk cukup lama. Selain itu, minuman serbuk mudah disimpan dan memiliki biaya distribusi yang lebih rendah (Srianta & Trisnawati, 2015).

Menurut Badan Standardisasi Nasional, serbuk minuman tradisional adalah produk bahan minuman berbentuk serbuk atau granula yang dibuat dari campuran

gula dan rempah-rempah dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Syarat mutu serbuk minuman tradisional dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Syarat Mutu Serbuk Minuman Tradisional

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan:		
1.1	Warna		Normal
1.2	Bau		Normal, khas rempah-rempah
1.3	Rasa		Normal, khas rempah-rempah
2.	Air, b/b	%	Maks. 3,0
3.	Abu, b/b	%	Maks. 1,5
4.	Jumlah gula (dihitung sebagai sukrosa), b/b	%	Maks. 85,0
5.	Bahan tambahan makanan		
5.1	Pemanis buatan	-	
	- Sakarin		Tidak boleh ada
	- Siklamat		Tidak boleh ada
5.2	Pewarna tambahan	-	Sesuai SNI 01-0222-1995
6.	Cemaran logam:		
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,2
6.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0
6.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 50
6.4	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40
7.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1
8.	Cemaran mikroba:		
8.1	Angka lempeng total	Koloni/gr	3×10^3
8.2	Coliform	APM/gr	< 3

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 1996 (SNI-01-4320-1996)

Minuman serbuk dibuat dari berbagai jenis bahan. Dalam membuat minuman serbuk, bahan yang digunakan antara lain buah maupun rempah-rempah serta air dan gula. Pada pembuatan minuman serbuk yang menggunakan bahan buah, dipilih buah yang mengandung kandungan vitamin. Pada pembuatan minuman

serbuk yang menggunakan rempah-rempah, digunakan rempah-rempah yang memiliki khasiat dan manfaat (Pertiwi & Kristiastuti, 2016).

Minuman serbuk memiliki beberapa kategori, diantaranya yaitu minuman energi yang fokus pada efek segar bagi yang mengkonsumsinya. Ada pula minuman serbuk herbal (misalnya jahe dan kunyit instan), yang terus mengalami perkembangan karena semakin meningkatnya kepedulian konsumen untuk mengonsumsi bahan-bahan alami atau natural. Minuman fungsional (minuman yang ditambahkan bahan/zat yang bermanfaat bagi tubuh, misalnya vitamin E, serat, vitamin C dosis tinggi) yang berkembang karena kepedulian konsumen akan kurangnya asupan dari konsumsi makanan sehari-hari. Selain itu, ada jenis minuman serbuk isotonik yang berfungsi mengganti cairan tubuh khususnya ketika berolahraga, serta minuman berbasis susu dan krim seperti susu dengan sereal atau susu dengan telur (Srianta & Trisnawati, 2015).

Dalam pembuatan minuman serbuk, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas produknya yaitu pemilihan bahan, pemasakan, dan pengkristalan. Permasalahan dalam pembuatan minuman serbuk adalah kerusakan akibat proses pengeringan yang umumnya memerlukan suhu tinggi sehingga dapat merusak flavor atau terjadi pengendapan pada saat bubuk dilarutkan dalam air. Salah satu metode pengeringan yang dapat dilakukan adalah dengan metode kristalisasi. Kristalisasi merupakan proses pembentukan kristal padat dari suatu larutan induk yang homogen. Proses kristalisasi adalah salah satu teknik pemisahan padat-cair

yang sangat penting dalam industri, karena dapat menghasilkan kemurnian produk hingga 100% (Haryanto, 2017).

D. Tinjauan Umum tentang Bahan Tambahan

1. Gula Pasir

Gula pasir (*refined sugar*) adalah gula hasil kristalisasi cairan tebu. Secara kimiawi, gula pasir disebut sukrosa. Gula pasir dominan digunakan sehari-hari sebagai pemanis baik pada industri maupun pemakaian rumah tangga (Taruh dkk, 2018). Gula pasir merupakan salah satu jenis gula yang memiliki tekstur berupa butiran halus dan kasar. Selain berwarna putih bersih, di pasaran sesekali kita dapat menemukan gula pasir yang berwarna kecokelatan, karena tidak mengalami proses pemutihan. Biasanya pada labelnya tertulis “*raw sugar*” (Apriadji, 2007).

Selain berfungsi sebagai pemanis, gula pasir dalam pembuatan minuman serbuk juga berfungsi sebagai bahan pengkristal (Haryanto, 2017). Kristal dapat terbentuk karena suatu larutan berada dalam keadaan atau kondisi yang sangat jenuh (*super saturated*), karena zat pelarut sudah tidak mampu lagi untuk melarutkan zat terlarutnya atau jumlah zat terlarut sudah melewati kapasitas zat pelarutnya. Kondisi ini dapat tercapai apabila jumlah pelarutnya berkurang. Untuk mencapai kondisi tersebut, larutan harus terus-menerus dipanaskan sambil diaduk sehingga terjadi penguapan yang

menyebabkan tercapainya kondisi *super saturated* dan terbentuklah kristal-kristal (Musdalifah, 2019).

2. Lemon

Lemon (*Citrus limon*) sejenis jeruk yang dikenal juga dengan sebutan sitrun, jeruk sitrun (dari bahasa Belanda, citroen). Lemon berbentuk bulat lonjong, ada tonjolan pada ujungnya, dan rasanya asam, sepet, sedikit manis. Kulit buah mengkilat dengan kulit buah lemon muda berwarna hijau, lemon matang berwarna kuning cerah merata, sedangkan lemon yang sudah tua berwarna kuning tua, keriput, dan lembek saat ditekan. Lemon cukup populer dalam industri kuliner karena memiliki aroma citrus yang kuat, asam manis, dan menyegarkan yang dapat digunakan untuk menambah citarasa dan flavor, serta memberi aroma segar pada makanan atau minuman (Muaris, 2014).

Lemon mengandung 5% asam sitrat atau sekitar 0,3 ml per liter, yang berfungsi menstimulasi produksi enzim hati dan menyerap racun dalam sirkulasi darah (detoks) yang dibuang melalui urin. Vitamin C pada 100 gram buah lemon berkisar 50 mg. Selain itu, lemon juga memiliki kandungan kalium yang cukup tinggi, yaitu 140 mg dalam 100 gram buah. Lemon juga mengandung flavonoid, yaitu *quersetin* yang berfungsi sebagai antioksidan penangkal radikal bebas. Flavonoid ini berfungsi juga sebagai antivirus, antikanker, dan antialergik. Selain itu, *quersetin* ini meningkatkan kekebalan tubuh, memproduksi hormon insulin sehingga menyeimbangkan kadar gula darah. Tak hanya itu, lemon juga mengandung protein, lemak, karbohidrat,

vitamin, vitamin B kompleks, vitamin E, kalsium, fosfor, besi, natrium, magnesium, mangan, zink, beta karoten, serat, dan zat gizi mikro lainnya yang berguna bagi kesehatan (Muaris, 2014).

3. Jahe

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan jenis tanaman rimpang yang memiliki rasa pedas karena mengandung senyawa keton yang bernama *zingeron*. Jahe umumnya digunakan sebagai bumbu masakan dan obat, seperti obat masuk angin, sakit kepala dan menambah nafsu makan (Marganingsih dkk, 2019). Tanaman jahe merupakan terna tahunan, berbatang semu dengan tinggi antara 30 cm – 75 cm. Berdaun sempit memanjang menyerupai pita, dengan panjang 15 cm – 23 cm, lebar lebih kurang 2,5 cm, tersusun teratur dua baris berseling (Rukmana, 2000).

Rimpang jahe mengandung minyak atsiri. Minyak atsiri adalah minyak yang mudah menguap dan memberikan bau khas pada jahe. Minyak atsiri mengandung komponen utama yang berupa senyawa *zingiberen* ($C_{12}H_{24}$) dan *zingiberol* ($C_{12}M_{26}O_2$), dan *resin*. Di samping itu, minyak jahe juga mengandung senyawa-senyawa *pinen*, *kamfen*, *felandren*, *sineol*, *metil-heptenon*, *linalool*, *borneol*, *sitral*, α dan β *zingiber*, α *kurkumen*, *farnesen*, *seskuitepen*, *alkohol*, C_{10} dan C_9 *aldehid*, yang digunakan secara luas dalam industri makanan, minuman, dan obat-obatan (Rukmana, 2000).

Jahe memiliki kandungan aktif yaitu *oleoresin* yang bersifat sebagai antioksidan dan berfungsi sebagai aroma dan pembawa rasa (Marganingsih

dkk, 2019). Minyak atsiri dan *oleoresin* terdapat dalam semua jaringan rimpang, tetapi paling banyak terdapat di bawah jaringan epidermis. Oleh karena itu, penanganan rimpang jahe, terutama aktivitas pengupasan harus dilakukan secara hari-hari, sehingga kulit yang terkelupas setipis mungkin (Rukmana, 2000).

4. Kayu Manis

Kayu manis merupakan tanaman herba yang memiliki sejuta manfaat. Selain digunakan sebagai tanaman herba, hasil olahan tanaman kayu manis banyak digunakan sebagai bahan industri farmasi, kecantikan, makanan dan minuman. Bagian yang paling sering digunakan merupakan bagian kulit kayu manis. Kulit kayu manis adalah tanaman herba dengan ciri khas beraroma tajam, manis, dan pedas. Kayu manis merupakan tanaman dari keluarga Lauraceae dengan nama latin *Cinnamomum burmanii* Bl. Di pasaran, kayu manis dikenal dengan sebutan *casiavera* atau *cinnamon* (Utami dan Puspaningtyas, 2013).

Kandungan kimia dari kayu manis diantaranya yaitu minyak atsiri, safrole, sinamaldehida, tanin, dammar, kalsium oksalat, flavonoid, triterpenoid, dan saponin. Secara umum, komposisi kimia minyak kayu manis terdiri dari sinamaldehida, sinamilasetat, salisaldehida, asam sinamat, asam salisilat, asam benzoate, eugenol, dan metilsalisaldehida dengan komponen sinamaldehida sebagai komponen utama minyak kayu manis (Utami dan Puspaningtyas, 2013).

5. Pandan

Daun pandan wangi atau yang biasa disebut pandan (*Pandanus amaryllifolius*) merupakan jenis tumbuhan monokotil dari famili Pandanaceae yang memiliki daun beraroma wangi yang khas (Miftahur, 2014). Tanaman ini berupa perdu kecil dan rendah, tingginya lebih kurang sampai 1,75 m. Batangnya menjalar dan pada pangkalnya terdapat akar. Daunnya berwarna hijau hingga kekuning-kuningan dengan panjang 40-80 cm (Lubis, 2008).

Khasiat daun pandan terutama terdapat pada daunnya. Berdasarkan beberapa uji preklinik diketahui bahwa daun pandan memiliki khasiat sedative-hipnotik. Daun pandan juga merupakan komponen cukup penting dalam tradisi boga Indonesia dan negara-negara Asia Tenggara lainnya sebagai pewangi makanan karena aroma yang dihasilkannya. Selain sebagai pengharum kue, daun pandan juga dipakai sebagai sumber warna hijau bagi makanan, sebagai komponen hiasa penyajian makanan, dan juga sebagai bagian dalam rangkaian bunga di pesta perkawinan untuk mengharumkan ruangan. Daun pandan selain digunakan sebagai rempah-rempah juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak wangi (Miftahur dan Ismawati, 2014).

E. Tinjauan Umum tentang Antioksidan

Antioksidan merupakan salah satu senyawa yang dibutuhkan tubuh. Antioksidan dalam istilah kimia merupakan senyawa pemberi elektron (electron

donors) dan secara biologis antioksidan merupakan senyawa yang mampu mengatasi dampak negatif oksidan dalam tubuh seperti kerusakan elemen vital sel tubuh. Antioksidan di luar tubuh dapat diperoleh dalam bentuk sintesis dan alami. Namun, masih terdapat keraguan terhadap antioksidan sintetis terkait efek sampingnya sehingga antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan (Javanmardi, 2003).

Terdapat dua penggolongan besar antioksidan yaitu antioksidan primer dan antioksidan sekunder. Menurut Hurrell (2003) antioksidan primer terbagi atas :

- a. Antioksidan mineral adalah kofaktor antioksidan enzim. Keberadaannya mempengaruhi metabolisme makromolekul kompleks seperti karbohidrat.
- b. Antioksidan vitamin , dibutuhkan untuk fungsi metabolisme tubuh.
- c. Fitokimia adalah senyawa fenolik, yang bukan vitamin maupun mineral. Senyawa yang termasuk ke dalam golongan fitokimia adalah senyawa flavonoid. Flavonoid adalah senyawa fenolik yang memberi warna pada buah, biji-bijian, daun, bunga dan kulit.

Sedangkan, antioksidan sintetis adalah senyawa antioksidan yang sengaja dibuat dan berfungsi menangkap radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai. Contoh senyawa antioksidan sintetis diantaranya, *Butylated hydroxyl anisole (BHA)*, *Butylated hydroxyrotoluene (BHT)*, *Propyl gallate (PG)* dan *metal chelating agent (EDTA)*, *Tertiary butyl hydroquinone (TBHQ)*, *Nordihydro guaretic acid (NDGA)*.

Antioksidan berfungsi sebagai senyawa yang dapat menghambat reaksi radikal bebas penyebab penyakit karsinogenis, kardiovaskuler dan penuaan dalam tubuh manusia. Antioksidan diperlukan karena tubuh manusia tidak memiliki sistem pertahanan antioksidan yang cukup, sehingga apabila terjadi paparan radikal berlebihan, maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen (Muchtadi, 2013).

Fungsi utama antioksidan adalah memperkecil terjadinya proses oksidasi dari lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan serta mencegah hilangnya kualitas sensori dan nutrisi (Winarsi, 2007)

Salah satu senyawa antioksidan yang terdapat pada seledri yaitu apigenin. Apigenin merupakan komponen flavonoid utama dari seledri yang termasuk ke dalam golongan flavon. Rumus molekulnya adalah $C_{15}H_{10}O_5$ dengan bobot molekul 270,23 g/mol (Harborne, 1986). Ketika dalam tubuh, apigenin yaitu glikosida flavonoid, asam lambung dapat menghidrolisis senyawa ini menjadi gula dan aglikon apigenin. Dari proses hidrolisis apigenin, apigenin telah terbentuk, dan proses ini dibantu oleh asam lambung (HCl) (Soedibyo, 1998).

Apigenin yang terdapat pada tanaman seledri berfungsi sebagai *vasodilator*, yaitu dapat melebarkan pembuluh darah agar darah dapat mengalir dengan lancar serta menghambat kerja enzim angiotensin. Selain itu apigenin juga memiliki sifat *beta blocker* yaitu, mengurangi denyut jantung dan keluaran total darah dari

jantung. Bekerja menurunkan impuls saraf di jantung dan aliran darah sehingga kerja jantung menjadi lebih lambat dari sedikit tenaga yang diperlukannya (Donna, 2018).

Salah satu kandungan utama seledri yaitu senyawa butilftalida, yang berfungsi sebagai senyawa pembawa aroma utama (Apriliani, 2014). Bentuk dari senyawa butilftalida yang berdampak pada hipertensi adalah senyawa *3-n-butilftalida*. Senyawa ini mempunyai efek memblok *calcium channel*, vasolidator dan diuretik. Senyawa *3-n-butilftalida* akan memblok *calcium channel* yaitu pada reseptor *voltage-gated calcium channel* (L-type) pada otot jantung dan pembuluh darah. Akibatnya ion kalsium tidak bisa masuk dan berikatan dengan protein bernama kalmodulin. Karena tidak terbentuknya ikatan ion kalsium-kalmodulin maka terjadi inaktivasi enzim myosin-kinase light chain yang menyebabkan ATP tidak bisa memfosfolirasi rantai ringan yang terdapat di kepala miosin sehingga kepala miosin tidak bisa berikatan dengan filamin aktin akibatnya tidak terjadi kontraksi otot polos. Senyawa *3-n-butilftalida* juga memiliki efek diuretik karena secara tidak langsung efek vasolidator yang ditimbulkannya akan meningkatkan *renal blood flow* sehingga terjadi ekskresi natrium, klorida dan air. Akibatnya volume ekstraseluler akan berkurang dan menurunkan venous return dan akhirnya berefek menurunkan *cardiac output* sehingga demikian terjadi penurunan tekanan darah (Dewi, 2010).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Tsi dan Tan (2002), diketahui pemberian *3-n-butilftalida* (BuPh) dengan dosis 2,0-4,0 mg/hari pada tikus yang

dibuat hipertensi menimbulkan efek hipotensif atau menurunkan tekanan darah dan juga mengurangi hormon stres yang dapat menyebabkan kontraksi pembuluh darah.

F. Tinjauan Umum tentang Masa Simpan

1. Masa Simpan

Penetapan masa simpan dan parameter sensori sangat penting pada produk pangan komersial (Pulungan dkk, 2018), karena terkait dengan keamanan produk pangan dan untuk memberikan jaminan mutu pada saat produk sampai ke tangan konsumen (Herawati, 2008).

Institute of Food Science and Technology (1993) mendefinisikan masa simpan sebagai periode waktu dimana produk makanan akan tetap aman, mempertahankan karakteristik sensorik, kimia, fisik, dan karakteristik mikrobiologis serta mematuhi segala data label nutrisi, ketika produk disimpan pada kondisi yang telah direkomendasikan (Hariyadi, 2019). Sementara itu, Floros dan Gnanasekharan (1993) dalam Herawati (2008) menyatakan bahwa masa simpan adalah waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam kondisi penyimpanan tertentu untuk dapat mencapai tingkatan degradasi mutu tertentu.

Pengertian umum tentang masa simpan adalah lamanya masa penyimpanan produk (pada kondisi penyimpanan yang normal/sesuai dengan yang disarankan), dimana produk masih memiliki atau memberikan daya guna

seperti yang dijanjikan. Masa simpan dapat diartikan sebagai periode waktu, dihitung sejak produk keluar dari pabrik sampai dikonsumsi konsumen paling akhir, dimana mutu produk tersebut masih “memuaskan”, masih “diinginkan”, dan masih “terpelihara” sesuai dengan spesifikasi atau daya gunanya, baik dari aspek organoleptik, morfologi, maupun karakteristik kimia/fisik lainnya dan terutama dari aspek keamanan (Hariyadi, 2019).

Pengertian mengenai mutu produk yang masih “memuaskan”, “diinginkan”, dan “terpelihara” ini terkait juga dengan kesesuaiannya dengan (i) peraturan atau standar pangan yang ada, (ii) klaim dari industri yang disampaikan baik pada label maupun iklan, dan (iii) spesifikasi komersial lainnya seperti integritas kemasan, kenampakan umum, warna, dan lain-lain. Hal terakhir ini sering kali merupakan hal kritis yang digunakan oleh konsumen untuk memutuskan/menentukan apakah produk tersebut masih layak beli atau tidak (Hariyadi, 2019).

Menurut Rahayu dkk (2003 dikutip dalam Herawati, 2008), mutu produk saat baru diproduksi dianggap dalam keadaan 100%, dan akan menurun sejalan dengan lamanya penyimpanan atau distribusi. Selama penyimpanan dan distribusi, produk pangan akan mengalami kehilangan bobot, nilai pangan, mutu, nilai uang, daya tumbuh, dan kepercayaan.

Menurut Cheftel (dikutip dalam Gordon, 2009), daya tahan minimum dari suatu produk didefinisikan sebagai batas tanggal dimana produk pangan tersebut dapat mempertahankan sifat-sifat spesifiknya ketika disimpan sesuai

dengan kondisi yang direkomendasikan. Batas ini harus ditunjukkan dengan kata “*best before*” dan diikuti dengan tanggal. Tanggal ini dapat dicantumkan dalam bentuk tanggal dan bulan, bulan dan tahun, atau tahun saja, tergantung dari seberapa lama produk makanan tersebut dapat disimpan. Jenis makanan yang sangat mudah rusak secara mikrobiologis dan karena itu, setelah beberapa saat, dapat membahayakan kesehatan konsumen, maka label tanggal “*best before*” harus diganti label tanggal “*use by*”. Mendistribusikan dan menjual produk setelah tanggal ini termasuk hal yang ilegal. Label “*use by*” harus disertakan dengan deskripsi kondisi penyimpanan yang harus diperhatikan oleh konsumen. Konsumsi produk setelah tanggal “*best before*”, masih diperbolehkan, hanya saja kualitas produk tersebut akan menurun di bawah standar mutu dan keamanan pangan yang sebelumnya telah ditetapkan oleh industri (Robertson, 2009).

Peraturan mengenai penentuan masa simpan bahan pangan telah dikeluarkan oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC) pada tahun 1985 tentang *Food Labelling Regulation*. Di Indonesia, peraturan mengenai penentuan masa simpan bahan pangan terdapat dalam UU Pangan No. 7 tahun 1996 dan PP No. 69 tahun 1999. Menurut Rahayu dkk (2003), terdapat tujuh jenis produk pangan yang tidak wajib mencantumkan tanggal, bulan, dan tahun kedaluwarsa, yaitu: (i) buah dan sayuran segar, termasuk kentang yang belum dikupas, (ii) minuman yang mengandung alkohol lebih besar atau sama dengan 10%, (iii) makanan yang diproduksi untuk dikonsumsi saat itu juga

atau tidak lebih dari 24 jam setelah diproduksi, (iv) cuka, (v) garam meja, (vi) gula pasir, serta (vii) permen dan sejenisnya yang bahan bakunya hanya berupa gula ditambah *flavor* atau gula yang diberi pewarna. Berdasarkan peraturan, semua produk pangan wajib mencantumkan tanggal kedaluwarsa, kecuali tujuh jenis produk pangan tersebut (Herawati, 2008).

Menurut BPOM tahun 2016, keterangan kedaluwarsa merupakan batas akhir suatu pangan olahan dijamin mutunya sepanjang penyimpanannya mengikuti petunjuk yang diberikan produsen (Hariyadi, 2016). Keterangan kedaluwarsa adalah keterangan yang menyatakan umur produk yang masih layak untuk dikonsumsi. Jadi, batas kedaluwarsa merupakan sebuah batas untuk mengetahui keamanan suatu produk, sementara masa simpan tidak hanya memperhatikan tentang keamanan, tetapi juga kualitas produk (Hayes & Laudan, 2009). Permenkes 180/MenKes/Per/IV/1985 menegaskan bahwa tanggal, bulan, dan tahun kedaluwarsa wajib dicantumkan secara jelas pada label, setelah pencantuman *best before/use by*. Produk pangan yang memiliki masa simpan tiga bulan dinyatakan dalam tanggal, bulan, dan tahun, sedangkan produk pangan yang memiliki masa simpan lebih dari tiga bulan dinyatakan dalam bulan dan tahun (Suryaningrum dkk, 2016).

Informasi mengenai masa simpan dan batas kedaluwarsa penting disampaikan untuk menunjukkan kepada konsumen bahwa industri memberikan kepastian/jaminan kepada konsumen bahwa produk yang dipasarkan adalah produk dengan kualitas atau mutu “sesuai dengan

spesifikasi industri”. Spesifikasi industri ini merupakan daya guna sesuai dengan yang dijanjikan. Batasan mutu “sesuai dengan spesifikasi industri” ini bisa saja berbeda antara industri yang satu dengan industri yang lain, walaupun untuk jenis produk yang sama. Namun demikian, spesifikasi industri ini harus selalu sesuai dengan peraturan dan/atau standar mutu dan keamanan pangan yang ditetapkan oleh badan otoritas di suatu negara (Hariyadi, 2019).

Di Indonesia, kebanyakan peraturan dan/atau standar mutu dan keamanan pangan ini ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (Badan POM) Republik Indonesia. Industri boleh menetapkan spesifikasi yang lebih “tinggi” daripada persyaratan minimal yang ditetapkan oleh Badan POM, tetapi sebaliknya, industri tidak boleh menetapkan spesifikasi yang lebih rendah daripada persyaratan pemerintah (Badan POM). Jadi, penentuan masa simpan dan batas kedaluwarsa ini berkaitan dengan tingkat keyakinan industri terhadap kemampuannya dalam mengetahui dan mengendalikan perilaku perubahan mutu produk yang diproduksinya. Dengan kata lain, apabila suatu industri menetapkan bahwa masa simpan produknya adalah 6 bulan, maka industri tersebut berkeyakinan bahwa selama 6 bulan setelah produk tersebut keluar dari pabrik, mutu produk tersebut masih tetap sesuai dengan apa yang dijanjikan oleh produsen. Selain itu, dalam upaya untuk dapat lebih mengendalikan masa simpan dan batas kedaluwarsa produk, maka informasi mengenai petunjuk penggunaan dan penyimpanan produk juga

perlu disampaikan kepada konsumen. Karena ada beberapa faktor yang tidak dapat dikontrol sepenuhnya oleh industri (Hariyadi, 2019).

2. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Masa Simpan

a. Faktor Intrinsik

Setiap produk pangan cenderung mengalami perubahan ataupun kemunduran mutu secara berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh faktor intrinsik produk itu sendiri, khususnya faktor yang menyebabkan kerusakan/penurunan yang paling cepat. Faktor intrinsik khas produk pangan olahan terkemas yang berpengaruh pada masa simpannya adalah sebagai berikut:

- 1) Aktivitas air (a_w)
- 2) Nilai pH (termasuk total dan jenis asam)
- 3) Ketersediaan oksigen
- 4) Komposisi gizi
- 5) Jumlah dan jenis mikroba
- 6) Sifat khas (bio)kimia produk, misalnya keberadaan enzim dan jumlah enzim tertentu dan komposisi kimia tertentu yang bersifat reaktif
- 7) Keberadaan bahan yang bersifat sebagai pengawet, misalnya garam, gula, senyawa fenol, dan lain-lain.

Menurut Hariyadi (2019), karakter intrinsik tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor produksinya, antara lain:

1) Bahan baku.

Kondisi mutu bahan baku atau bahan mentah akan sangat berpengaruh pada mutu produk akhir yang dihasilkan, termasuk pada masa simpan dan batas kedaluwarsanya. Jika suatu produk pangan diproses menggunakan bahan baku yang telah rusak atau hampir mencapai batas kedaluwarsanya, maka produk yang dihasilkan dapat diduga akan memiliki masa simpan yang pendek. Selain kondisi mutu bahan baku, kondisi penyimpanan dan penanganan bahan baku perlu diperhatikan sehingga kerusakan/penurunan mutu bahan baku bisa lebih dikendalikan.

2) Kondisi Pengolahan.

Kondisi pengolahan yang penting diperhatikan terutama meliputi kondisi sanitasi, baik sanitasi pabrik, alat, maupun sanitasi dan hygiene tenaga kerja. Di samping itu, kondisi pengolahan lain seperti pemilihan dan pengendalian suhu, waktu, tekanan, pH, dan parameter penting lainnya juga perlu dilakukan dengan baik untuk memastikan dihasilkannya produk sesuai dengan yang diinginkan.

3) Kondisi pengemas dan pengemasannya.

Pengemasan mempunyai peranan sangat penting dalam melindungi produk yang dikemas. Karena itu, pemilihan bahan pengemas yang tepat serta proses pengemasan yang baik sangat penting untuk menentukan masa simpan produk pangan yang dikemas.

b. Faktor Ekstrinsik

Faktor ekstrinsik dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang dialami oleh produk pangan olahan setelah keluar dari pabrik, di sepanjang rantai pangan sampai ke konsumen. Dengan kata lain, faktor ekstrinsik ini menggambarkan kondisi penyimpanan, distribusi, dan display produk. Setelah produk selesai diproses, maka kondisi penyimpanan distribusi dan display jelas akan memengaruhi masa simpan produk tersebut. Jika penyimpanan, distribusi, dan display produk dilakukan secara sembarangan, misalnya penyimpanan dilakukan dengan tidak memperhatikan suhu, kelembapan udara, dan cahaya pada ruangan penyimpanan, maka hal ini dapat memperpendek masa simpan (Hariyadi, 2019).

Menurut Hariyadi (2019), beberapa faktor ekstrinsik penting yang sangat berpengaruh pada masa simpan, diantaranya:

- 1) Suhu penyimpanan
- 2) Kelembapan relatif (RH)
- 3) Paparan cahaya (UV dan infra merah)
- 4) Paparan mikroba (*environmental microbial counts*)
- 5) Komposisi atmosfer dalam kemasan
- 6) Perlakuan panas lanjutan, misalnya dipanaskan kembali dan pemasakan sebelum konsumsi
- 7) Penanganan produk oleh konsumen.

3. Pendugaan Masa Simpan

Salah satu kendala yang selalu dihadapi oleh industri dalam pendugaan masa simpan dan batas kedaluwarsa produk adalah “waktu”, yaitu lamanya waktu yang diperlukan untuk mendapatkan dugaan yang tepat. Maka dari itu, diperlukan beberapa pendekatan secara komprehensif untuk bisa melakukan pendugaan batas kedaluwarsa dengan baik. Secara umum, terdapat lima pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan pendugaan batas kedaluwarsa. Namun demikian, pada praktiknya, pendugaan masa simpan dan batas kedaluwarsa sering dilakukan dengan menggunakan kelima pendekatan tersebut secara simultan dimana dugaan dan informasi dari pendekatan yang satu digunakan untuk melengkapi dan/atau memperbaiki dugaan dari pendekatan yang lain (Hariyadi, 2019).

Nilai pustaka atau *literature value* ditentukan dengan cara membandingkan produk tersebut dengan produk-produk sejenis yang telah dipublikasikan sebelumnya atau yang telah lebih dahulu dikembangkan dan diproduksi oleh industri yang sama. *Distribution turn over* menggunakan informasi mengenai masa simpan produk sejenis yang ada di pasaran. Metode ini hanya bisa diterapkan jika produk pangan memiliki banyak kesamaan dari aspek komposisi, pengolahan, dan aspek lainnya. *Distribution abuse test* merupakan cara penentuan masa simpan produk berdasarkan hasil analisis produk selama penyimpanan dan distribusi di lapangan, atau mempercepat proses penurunan mutu dengan penyimpanan pada kondisi ekstrim atau dapat

disebut *abuse test*, misalnya penyimpanan pada suhu lebih tinggi daripada suhu penyimpanan normal atau kelembapan udara normal, dan lain-lain (Hariyadi, 2019). Pada penentuan masa simpan berdasarkan komplain konsumen, produsen menghitung nilai masa simpan berdasarkan komplain atas produk yang didistribusikan. Untuk mempersingkat waktu, penentuan masa simpan dapat dilakukan dengan metode ASLT di laboratorium (Herawati, 2008).

4. Metode ASLT

Pada metode ASLT, kondisi penyimpanan produk diatur sedemikian rupa diluar dari kondisi normal sehingga produk dapat lebih cepat rusak dan masa simpan dapat ditentukan. Penggunaan metode akselerasi harus disesuaikan dengan keadaan dan faktor yang mempercepat kerusakan produk yang bersangkutan. Jenis parameter mutu yang diuji tergantung pada jenis produknya. Produk berlemak biasanya menggunakan parameter ketengikan. Untuk produk yang disimpan dingin atau beku menggunakan parameter pertumbuhan mikroba. Sedangkan produk dalam bentuk bubuk atau kering yang diukur adalah kadar airnya (Arpah, 2001).

Metode ini merupakan metode laboratorium yang paling banyak dipakai oleh industri pangan. Prinsipnya adalah mempelajari karakteristik mutu produk, faktor-faktor yang memengaruhi laju perubahannya, serta kondisi mutu di mana produk dianggap ditolak oleh konsumen atau telah

mencapai batas kedaluwarsanya. Dengan diketahuinya faktor-faktor itu, maka dapat dilakukan rancangan percobaan untuk mempercepat proses kerusakan mutu sampai mutu akhirnya dan kemudian dihitung berapa lama masa simpan produk tersebut jika proses kerusakannya terjadi secara normal pada kondisi penyimpanan yang normal (Hariyadi, 2019). Pendugaan dengan metode percobaan percepatan masa simpan ini terutama sangat bermanfaat untuk produk yang mempunyai waktu kedaluwarsa yang sangat lama. Salah satu keunggulan metode ASLT yaitu waktu pengujian relatif singkat yaitu sekitar 3-4 bulan, namun ketepatan dan akurasinya tinggi (Herawati, 2008).

Penentuan masa simpan produk dengan metode akselerasi dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu: (i) pendekatan kadar air kritis dengan teori difusi dengan menggunakan perubahan kadar air dan aktivitas air sebagai kriteria kedaluwarsa, dan (ii) pendekatan semiempiris dengan bantuan persamaan Arrhenius, yaitu dengan teori kinetika yang pada umumnya menggunakan ordo nol atau satu untuk produk pangan (Herawati, 2008).

a. Model Arrhenius

Persamaan Arrhenius biasanya banyak digunakan untuk mempelajari perubahan kimia dan perubahan fisik lainnya. Namun, persamaan Arrhenius juga banyak dipakai untuk mempelajari perubahan mutu pada produk pangan selama pengolahan maupun penyimpanan (Hariyadi, 2019). Metode ASLT Model Arrhenius merupakan metode pendugaan masa simpan produk dengan menggunakan suhu akselerasi sehingga dapat

mempercepat reaksi yang menyebabkan kerusakan pada produk (Hasany dkk, 2017).

Model Arrhenius umumnya digunakan untuk melakukan pendugaan masa simpan produk pangan yang sensitif oleh perubahan suhu dan/atau mudah rusak diakibatkan terjadinya reaksi kimia, di antaranya produk pangan yang mudah mengalami ketengikan oleh oksidasi lemak, perubahan warna oleh reaksi Maillard, atau kerusakan vitamin C (Asiah dkk, 2018; Kusnandar, 2008 dikutip dalam Ariadianti dkk, 2015). Menurut Kusnandar (2006 dikutip dalam Palupi dkk, 2010), produk pangan yang dapat ditentukan masa simpannya menggunakan model Arrhenius adalah makanan kaleng steril komersial, susu *Ultra High Temperature* (UHT), susu bubuk/formula, produk *chip/snack*, jus buah, mi instan, *frozen meat*, dan produk pangan lain yang mengandung lemak tinggi yang berpotensi terjadinya oksidasi lemak atau yang mengandung gula pereduksi dan protein yang berpotensi terjadinya reaksi kecoklatan.

Syarif dan Halid (1993) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu pangan. Persamaan Arrhenius mampu menggambarkan korelasi antara perubahan parameter kualitas produk terhadap suhu penyimpanan. Persamaan ini dapat digunakan untuk memprediksi percepatan kerusakan produk ketika disimpan di suhu yang lebih ekstrim. Untuk mendapatkan korelasi yang tepat, diperlukan minimal 3-4 suhu yang berbeda dan dengan rentang waktu pengujian

minimal 5 titik, dimana 1 titik awal penyimpanan, 3 titik tengah penyimpanan dan 1 titik akhir dimana produk diduga telah mengalami kerusakan (Asiah dkk, 2016). Acuan umum penentuan suhu percobaan percepatan masa simpan menggunakan metode ASLT dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Suhu Percobaan Percepatan Masa Simpan Metode ASLT yang Dapat Digunakan untuk Beberapa Jenis Produk

Jenis/Tipe Produk	Suhu Percobaan ($^{\circ}\text{C}$)
Makanan dalam kaleng	25, 30, 35, 40
Pangan kering	25, 30, 35, 40, 45
<i>Chilled products</i>	5, 10, 15, 20
Pangan beku	-5, -10, -15

Sumber : Labuza & Schmidl, 1985.

Menurut Hariyadi (2019), pada dasarnya, laju suatu reaksi sangat dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu, semakin tinggi pula laju reaksi. Dengan kata lain, semakin tinggi nilai T , semakin tinggi pula nilai k . Persamaan Arrhenius ini dinyatakan sebagai berikut:

$$k = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (2.1)$$

di mana:

k = konstanta laju reaksi

k_0 = faktor frekuensi reaksi

R = konstanta gas ($8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ atau $1,986 \text{ Kal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)

T = suhu yang dinyatakan dalam derajat Kelvin (K)

E_a = energi aktivasi, yang nilainya dianggap konstan (tetap) pada suatu kisaran suhu tertentu. Energi aktivasi sering diartikan

sebagai tingkat energi minimum yang diperlukan untuk memulai suatu reaksi perubahan.

Persamaan Arrhenius ini, $k = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}}$ dapat dinyatakan dalam bentuk lain, yaitu:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{R} \left[\frac{1}{T} \right] \quad (2.2)$$

Persamaan 2.2 tersebut merupakan persamaan garis lurus (linear), dimana sumbu X adalah $1/T$ dan sumbu Y adalah $\ln k$, dengan kemiringan garis adalah $(- E_a/R)$.

Interpretasi E_a dapat memberikan gambaran mengenai besarnya pengaruh suhu terhadap reaksi. Nilai E_a diperoleh dari slope grafik garis lurus hubungan $\ln k$ dengan $(1/T)$. Energi aktivasi yang besar menunjukkan perubahan nilai $\ln k$ yang besar dengan hanya perubahan beberapa derajat dari suhu, sehingga nilai slope akan besar (Arpah, 2001). Lebih lanjut, besarnya nilai energi aktivasi dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu (Edria, 2010):

- 1) Energi aktivasi rendah (2-15 kkal/mol), kerusakan produk diakibatkan karena kerusakan karotenoid, klorofil atau oksidasi asam lemak.
- 2) Energi aktivasi sedang (15-30 kkal/mol), kerusakan produk diakibatkan karena kerusakan vitamin, kerusakan pigmen yang larut air dan reaksi Maillard.

3) Energi aktivasi tinggi (50-100 kkal/mol), kerusakan produk diakibatkan karena denaturasi enzim, inaktivasi mikroba dan sporanya.

Selama proses pengolahan dan penyimpanan terjadi perubahan-perubahan, baik perubahan sifat kimia, biokimia, maupun perubahan sifat fisik. Perubahan-perubahan tersebut disebabkan oleh reaksi yang terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan. Reaksi perubahan inilah yang menyebabkan mutu (Q) produk pangan mengalami kehilangan atau kemunduran selama penyimpanan sampai akhirnya produk pangan tersebut tidak layak lagi dikonsumsi. Pada kondisi lingkungan yang konstan, umumnya laju penurunan mutu dapat dijelaskan dengan model sederhana sebagai berikut (Hariyadi, 2019):

$$R = -\frac{dQ}{dt} = kQ^n \quad (2.3)$$

di mana R adalah laju kehilangan atau kemunduran mutu, Q adalah kondisi atau kriteria mutu (*quality*) tertentu yang diinginkan, t adalah satuan waktu, k adalah konstanta laju perubahan, dan n adalah ordo reaksi.

Menurut Labuza (1982 dalam Edria 2010), reaksi kehilangan mutu pada makanan banyak dijelaskan oleh reaksi orde nol dan satu, dan sedikit pada orde reaksi lain.

1) Reaksi Orde Nol (*Zero Order Reaction*)

Jika perubahan mutu mengikuti model reaksi orde nol ($n = 0$), maka persamaan 2.3 menjadi:

$$R = -\frac{dQ}{dt} = k \cdot Q^0 = k_z \quad (2.4)$$

Dengan kata lain, perubahan mutu ($R = -dQ/dt$) adalah konstan (k_z) selama perubahan terjadi, tidak tergantung pada konsentrasi atau tingkat mutu awal. Persamaan ini dapat diintegrasikan sebagai berikut:

$$-dQ = k_z \cdot dt$$

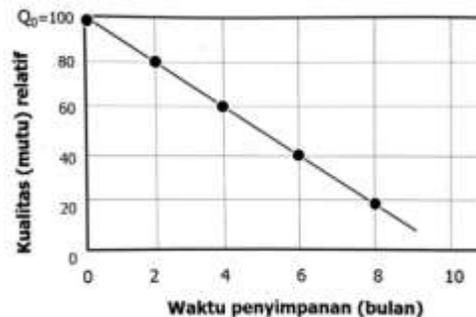
$$\int_{Q_0}^Q -dQ = \int_0^t k_z dt$$

$$Q = Q_0 - k_z t \quad (2.5)$$

di mana: Q = tingkat mutu pada waktu t

Q_0 = adalah tingkat mutu awal

Persamaan 2.5 dapat diilustrasikan dengan Gambar 2.2. Pada ilustrasi Gambar 2.2, dapat dilihat dengan jelas bahwa laju penurunan mutu selama penyimpanan berlangsung konstan. Pada Gambar 2.2, laju penurunan ini nilainya sama dengan k_z (konstanta laju reaksi orde nol); yang dinyatakan dengan satuan mutu/waktu.



Gambar 2.2 Ilustrasi Penurunan Mutu (Q) dengan Model Reaksi Orde Nol

Sumber: Hariyadi (2019)

2) Reaksi Orde Satu (*First Order Reaction*)

Jika perubahan mutu mengikuti model reaksi orde satu ($n = 1$), maka persamaan 2.3 menjadi:

$$R = -\frac{dQ}{dt} = k_1 \cdot Q^1 \quad (2.5)$$

Persamaan 2.5 dapat diuraikan dan diintegrasikan menjadi:

$$\frac{dQ}{Q} = -k_1 \cdot dt$$

$$\int_{Q_0}^Q \frac{dQ}{Q} = \int_0^t -k_1 dt$$

$$Q = Q_0 \exp[-k_1 \cdot t] \quad (2.6)$$

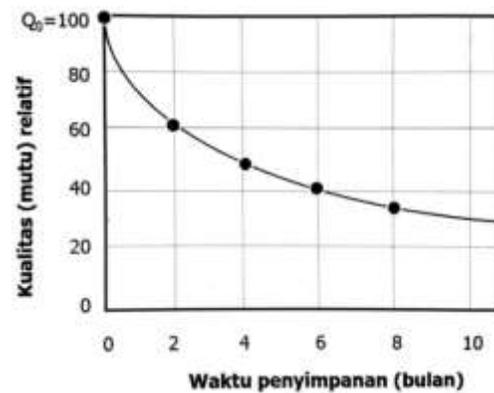
atau

$$\ln \left[\frac{Q}{Q_0} \right] = -k_1 \cdot t \quad (2.7a)$$

atau

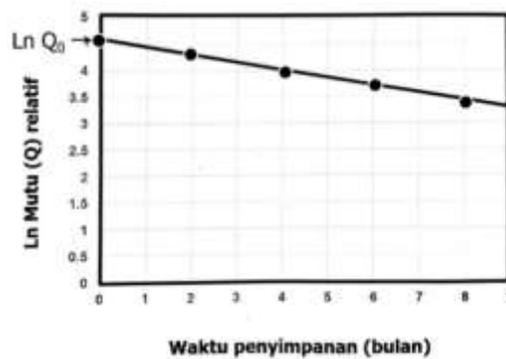
$$\ln Q = \ln Q_0 - k_1 \cdot t \quad (2.7b)$$

Dari persamaan 2.5 dapat dilihat bahwa laju reaksi ($-dQ/dt$) berbanding lurus dengan nilai Q . Artinya, laju kecepatan tertinggi terjadi pada awal (Q_0) dan akan menurun selama proses penyimpanan. Secara grafis, hal ini dapat diilustrasikan dengan Gambar 2.3 (sesuai dengan Persamaan 2.6) dan Gambar 2.4 (sesuai dengan Persamaan 2.7).



Gambar 2.3 Karakteristik penurunan mutu (Q) dengan model reaksi orde pertama, sesuai dengan Persamaan 2.6

Sumber: Hariyadi (2019)



Gambar 2.4 Karakteristik penurunan mutu (Q) dengan model reaksi orde pertama, sesuai dengan Persamaan 2.7

Sumber: Hariyadi (2019)

Banyak reaksi perubahan yang dapat dijelaskan dengan menggunakan model reaksi orde pertama, misalnya laju inaktivasi mikroorganisme, inaktivasi enzim, degradasi vitamin dan zat-zat gizi lainnya, dan lain-lain. Selain itu, beberapa perubahan sering juga dapat dijelaskan dengan cukup memuaskan menggunakan model kinetika reaksi ordo nol. Untuk lebih lengkapnya dapat diperhatikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kehilangan/Kemunduran Mutu Berdasarkan Model Reaksi Orde Nol dan Orde Satu

Orde Reaksi	Contoh
Orde Nol	Penurunan mutu umum produk pangan beku
	Reaksi pencokelatan non-enzimatis
Orde Satu	Kerusakan vitamin
	Inaktivasi mikroba
	Kehilangan atau memudarnya warna karena reaksi oksidasi
	Kerusakan tekstur atau terjadinya keempukan karena proses pemasakan

Sumber: Taoukis *et al*, 1997 (dikutip dalam Hariyadi 2019)

b. Kadar Air

Salah satu karakteristik penting untuk produk pangan adalah “aktivitas air (a_w)”. Aktivitas air erat kaitannya dengan kadar air. Air memegang peranan penting pada mutu produk pangan. Keberadaan air pada produk pangan dapat memengaruhi stabilitas produk selama penyimpanan. Keberadaan air pada produk pangan erat berkaitan dengan pertumbuhan mikrobial, reaksi kimia, perubahan fisik dan sensori (Christian, 1980 dikutip dalam Herawati, 2008). Hariyadi (2019) menyatakan bahwa umumnya semakin tinggi nilai a_w suatu bahan pangan, semakin tinggi pula tingkat “ketersediaan” air, baik untuk keperluan pertumbuhan mikroba maupun untuk aneka reaksi kimia pada bahan pangan tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kadar air dalam suatu bahan pangan adalah metode pengeringan/oven. Metode pengeringan dengan oven didasarkan atas prinsip penghitungan selisih

bobot sampel sebelum dan sesudah pengeringan. Selisih bobot tersebut merupakan air yang teruapkan dan dihitung sebagai kadar air bahan (Legowo dkk, 2007).

Metode pengeringan dengan menggunakan oven biasa dapat diaplikasikan pada semua bahan-bahan yang stabil terhadap pemanasan yang agak tinggi dengan suhu 100-105⁰C, kecuali produk yang mengandung komponen senyawa “volatile” atau produk yang mudah terdekomposisi pada pemanasan 100⁰C ke atas (Legowo dkk, 2007).

Metode pengeringan dengan menggunakan oven vakum baik digunakan untuk produk-produk makanan yang mengandung komponen yang mudah terdekomposisi pada pemanasan 100⁰C misalnya produk-produk yang mengandung glukosa atau sukrosa dan senyawa “volatile”. Bahan akan dikeringkan dalam oven vakum dengan tekanan 25-100 mmHg tergantung jenis bahannya, sehingga air dapat menguap pada suhu lebih rendah dari 100⁰C, misalnya pada suhu 60-70⁰C (Sirajuddin dkk, 2017).

c. Kelarutan

Kelarutan atau solubilitas adalah kemampuan suatu zat kimia tertentu, zat terlarut untuk larut dalam suatu pelarut. Kelarutan dinyatakan dalam jumlah maksimum zat terlarut yang larut dalam suatu pelarut dalam kesetimbangan (Octavia dkk, 2018). Untuk kebanyakan zat, suhu

mempengaruhi kelarutan. Kelarutan suatu senyawa bergantung pada sifat fisika dan kimia zat terlarut dan pelarut, juga bergantung pada faktor temperatur, tekanan, dan pH larutan.

Kelarutan berkaitan dengan kadar air dalam bahan pangan. Kadar air yang tinggi pada bahan akan menurunkan tingkat kelarutan produk (Permata & Sayuti, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Srihandi dkk (2010), semakin tinggi kadar air dalam produk bubuk maka memiliki kecenderungan untuk beraglomerasi.

Pengukuran tingkat kelarutan dilakukan dengan menggunakan metode gravimetric. Gravimetri merupakan salah satu metode untuk menentukan kuantitas suatu zat atau komponen yang telah diketahui dengan cara mengukur berat komponen dalam keadaan murni setelah melalui proses pemisahan (Chaerani, 2016).

d. Total Mikroba

Mikroba atau yang biasa disebut mikroorganisme merupakan makhluk hidup yang ukurannya sangat kecil sehingga sulit untuk dilihat tanpa menggunakan mikroskop. Mikroba biasanya hidup di air, tanah, dan udara. Tubuh manusia juga merupakan rumah bagi jutaan mikroba untuk tinggal dan berkembang biak (NCBI, 2010).

Jenis mikroba yang terdapat dalam makanan meliputi bakteri, kapang/jamur dan ragi, serta virus yang dapat menyebabkan perubahan-perubahan yang tidak diinginkan seperti penampilan, tekstur, rasa dan bau

pada makanan. Jumlah mikroba yang terlalu tinggi dapat mengubah karakter organoleptiknya, mengakibatkan perubahan nutrisi/nilai gizi atau bahkan merusak makanan tersebut. Untuk mengetahui jumlah mikroba yang ada pada suatu sampel digunakan metode kuantitatif, umumnya dikenal dengan Angka Lempeng Total (Dewi, 2016).

Angka Lempeng Total (ALT) disebut juga *Total Plate Count* (TPC) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah mikroba dalam bahan pangan. Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam analisa, karena koloni dapat dilihat langsung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop. Untuk pengujian ALT diperlukan media uji *plate count agar/PCA* (Hartanto & Ariningsih, 2018). Pengujian ALT dimaksudkan untuk menunjukkan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media agar. Media adalah suatu substrat untuk menumbuhkan bakteri yang menjadi padat dan tetap tembus pandang pada suhu inkubasi (Pelczat *et al* dikutip dalam Nurhayati dan Samallo, 2013).

Umumnya dibutuhkan pengenceran sampel, yang tergantung dari perkiraan populasi bakteri. Semakin tercemar suatu badan air, semakin tinggi konsentrasi bakteri dan semakin kecil volume sampel yang diperlukan, agar jumlah koloni dapat dihitung. Air pengencer yang digunakan harus selalu mengandung garam nutrient. Secara umum, metode penanaman dapat dibedakan atas dua macam yaitu metode tuang

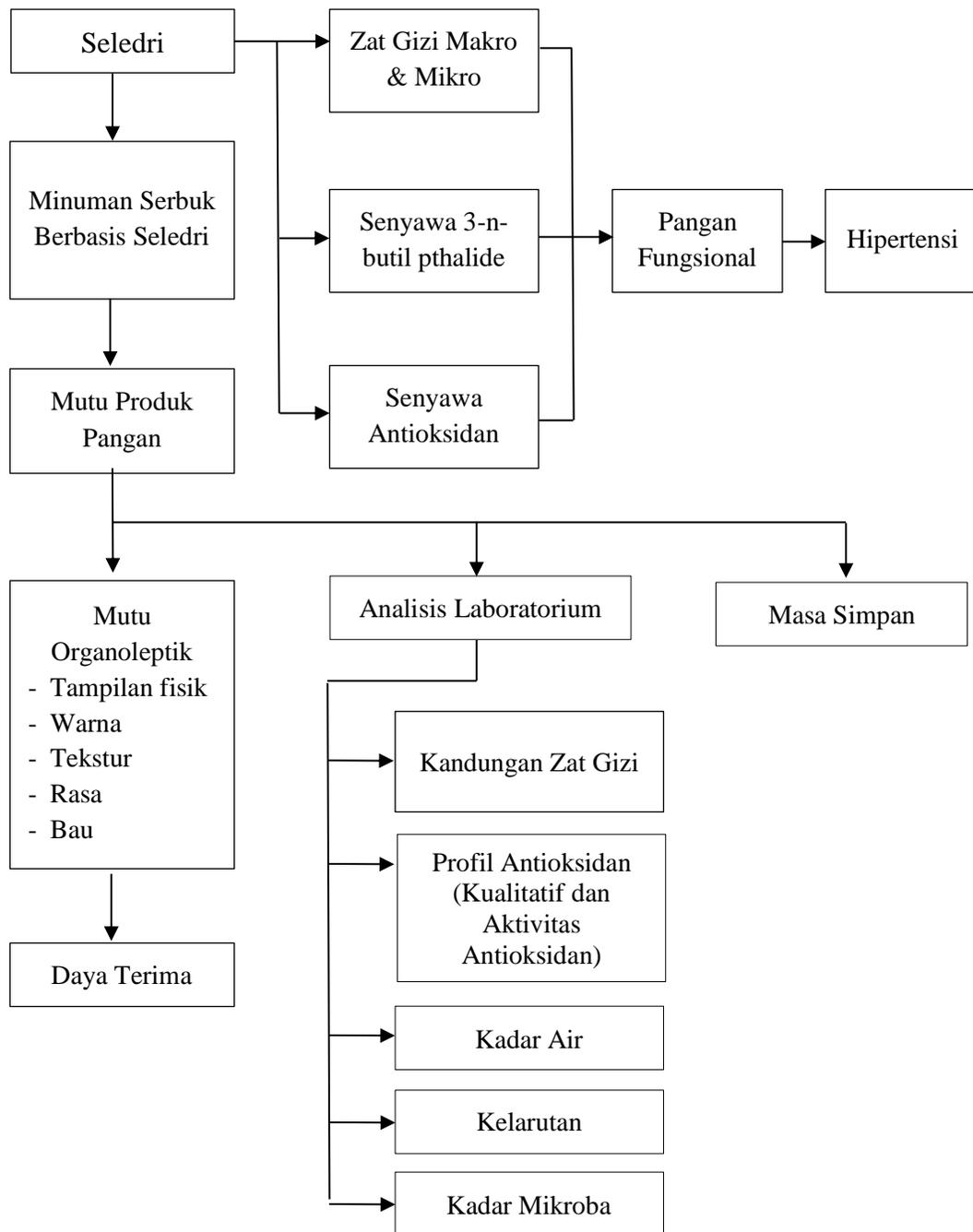
(*pour plate*) dan metode sebar (*spread plate*). Bakteri akan bereproduksi pada medium agar dan membentuk koloni setelah 18-24 jam inkubasi. Untuk menghitung jumlah koloni dalam cawan petri dapat digunakan alat *colony counter* (Nurhayati & Samallo, 2013).

Menurut Badan Standardisasi Nasional (SNI 7388:2009), batas maksimum cemaran mikroba yang diperbolehkan untuk produk serbuk minuman (berperisa atau tidak berperisa, tradisional, dll) adalah untuk mikroba dengan pengujian menggunakan metode ALT (30⁰C, 72 jam) yaitu maksimum 3×10^3 koloni/g, APM Koliform < 3/g, kapang dan khamir maksimum 1×10^2 koloni/g (SNI, 2009).

G. Kerangka Teori

Seledri merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia dan sering digunakan oleh masyarakat untuk mengatasi hipertensi. Seledri memiliki kandungan fitokimia (termasuk antioksidan) yang bermanfaat untuk kesehatan manusia. Senyawa *apigenin* dan *3-n-butyl phthalide* adalah senyawa yang berperan penting dalam menurunkan tekanan darah. Pengembangan tanaman seledri menjadi sebuah produk minuman serbuk merupakan sebuah inovasi pangan fungsional yang dapat dijadikan sebagai alternatif penanggulangan hipertensi. Penetapan masa simpan dan mutu produk pangan sangat penting pada pengembangan produk pangan baru. Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi

mutu suatu produk pangan, diantaranya yaitu kandungan zat gizi, antioksidan, kadar air, kelarutan, dan total mikroba produk. Berdasarkan uraian diatas, maka terbentuklah kerangka teori sebagai berikut.



Gambar 2.5 Kerangka Teori

Sumber: Afrianto Eddy (2008), Floros dan Gnanasekharan (1993), Kramer dan Twigg (1983), Mamuja (2016), Saputra dan Fitria (2016), Werdhasari (2014).