SKRIPSI

PENENTUAN UMUR SIMPAN DISPERSI PROTEIN IKAN GABUS (Channa striata) DENGAN PENAMBAHAN NATRIUM BENZOAT MENGGUNAKAN PENDEKATAN ARRHENIUS

Disusun dan diajukan oleh

Asmayana Iwo G311 16 012



PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

PENENTUAN UMUR SIMPAN DISPERSI PROTEIN IKAN GABUS (Channa striata)
DENGAN PENAMBAHAN NATRIUM BENZOAT MENGGUNAKAN PENDEKATAN
ARRHENIUS

Disusun dan diajukan oleh

ASMAYANA IWO G311 16 012

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 5 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali NIP. 19630702 198811 1 001 Pembimbing Pendamping,

Dr.rer.nat Zainal, S.TP., M.FoodTech NIP. 19720409 199903 1 001

Ketua Program Studi,

Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si. NIP. 19820205 200604 1 002

Daftar Isi

Daftar Isi	Halaman
Daftar Gambar	
Daftar Lampiran	
ABSTRAK	
PERNYATAAN KEASLIAN	
PERSANTUNAN	
RIWAYAT HIDUP	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Dispersi Protein Ikan Gabus	3
2.2 Konsentrat Protein Ikan Gabus	3
2.3 Madu	4
2.4 Natrium Benzoat	5
2.5 Pasteurisasi	6
2.6 Kemasan Gelas	7
2.7 Pendugaan Umur Simpan	8
2.8 Model Arrhenius	10
3. METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Pembuatan Dispersi Protein Ikan Gabus	11
3.3.2 Penentuan Umur Simpan dengan Model Arrhenius	11
3.4 Desain Penelitian	13
3.5 Parameter Pengujian	13
3.5.1 Analisa Kadar Protein Terlarut Metode Lowry (Lowry et al., 195	1)13
3.5.2 Analisa Total Mikroba (BAM, 2001)	
3.5.3 Analisa Viskositas (AOAC, 1995)	
3.5.4 Analisa Derajat Keasaman (pH) (AOAC, 1995)	14

3.6 Analisis Data	14
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Penentuan Orde Reaksi Perubahan Mutu Selama Penyimpanan	15
4.1.1 Kadar Protein Terlarut	15
4.1.2 Total Mikroba	17
4.1.3 Viskositas	19
4.1.4 Derajat Keasaman (pH)	20
4.2 Pemilihan Parameter Mutu Untuk Menentukan Umur Simpan	22
4.2.1 Kadar Protein Terlarut	22
4.2.2 Total Mikroba	23
4.2.3 Viskositas	24
4.2.4 Derajat Keasaman (pH)	25
4.3 Perhitungan Umur Simpan pada Parameter Terpilih	27
5. PENUTUP	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33

Daftar Gambar

Gambar 1. Dispersi Protein Ikan Gabus	3
Gambar 2. Struktur Asam Benzoat dan Natrium Benzoat	5
Gambar 3. Diagram Alir Penentuan Umur Simpan Dispersi Protein Ikan Gabus	12
Gambar 4. Perubahan Kadar Protein Terlarut Pada Berbagai Suhu Penyimpanan	16
Gambar 5. Grafik Perubahan Kadar Protein Terlarut Orde Nol	16
Gambar 6. Grafik Perubahan Kadar Protein Terlarut Orde Satu	17
Gambar 7. Perubahan Total Mikroba Pada Berbagai Suhu Penyimpanan	17
Gambar 8. Grafik Perubahan Total Mikroba Orde Nol	18
Gambar 9. Grafik Perubahan Total Mikroba Orde Satu	18
Gambar 10. Perubahan Viskositas Pada Berbagai Suhu Penyimpanan	19
Gambar 11. Grafik Perubahan Viskositas Orde Nol	20
Gambar 12. Grafik Perubahan Viskositas Orde Satu	20
Gambar 13. Perubahan pH Pada Berbagai Suhu Penyimpanan	21
Gambar 14. Grafik Perubahan pH Pada Orde Nol	21
Gambar 15. Grafik Perubahan pH Orde Satu	22
Gambar 16. Hubungan Antara ln k dan 1/T Parameter Kadar Protein Terlarut	23
Gambar 17. Hubungan Antara ln k dan 1/T Parameter Total Mikroba	24
Gambar 18. Hubungan Antara ln k dan 1/T Parameter Viskositas	25
Gambar 19. Hubungan Antara ln k dan 1/T Parameter Derajat Keasaman (pH)	26

Daftar Tabel

Tabel 1. Pengaruh pH pada Penguraian Asam Benzoat	5
Tabel 2. Nilai Slope dan Intercept dari Persamaan Regresi Linear Parameter Kadar Protein	
Terlarut pada Orde Nol	2
Tabel 3. Nilai Slope dan Intercept dari Persamaan Regresi Linear Parameter Total Mikroba	
pada Orde Nol	3
Tabel 4. Nilai Slope dan Intercept dari Persamaan Regresi Linear Parameter Viskositas pada	
Orde Satu24	1
Tabel 5. Nilai Slope dan Intercept dari Persamaan Regresi Linear Parameter pH pada Orde	
Nol	5
Tabel 6. Nilai Koefisien Determinasi (R ²), Nilai Slope dan Nilai Energi Aktivasi Setiap	
Parameter pada Orde Reaksi Terpilih	5

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Kadar Protein Terlarut	33
Lampiran 2. Hasil Pengujian Total Mikroba	33
Lampiran 3. Hasil Pengukuran Viskositas	33
Lampiran 4. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH)	33
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	34

ABSTRAK

ASMAYANA IWO (NIM. G31116012). Penentuan Umur Simpan Dispersi Protein Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Penambahan Natrium Benzoat Menggunakan Pendekatan Arrhenius. Dibimbing oleh ABU BAKAR TAWAL dan ZAINAL.

Latar Belakang: Informasi umur simpan merupakan salah satu hal yang wajib dicantumkan pada kemasan produk pangan sehingga dapat menjadi jaminan kualitas bagi konsumen. Oleh karena itu, pengembangan produk dispersi protein ikan gabus dengan penambahan natrium benzoat memerlukan informasi terkait daya simpan produk, maka penelitian ini perlu dilakukan agar dapat menjamin kualitas produk dispersi protein ikan gabus saat mencapai batas umur simpannya. Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan produk dispersi protein ikan gabus menggunakan pendekatan Arrhenius. **Metode:** Produk dispersi protein ikan gabus disimpan pada suhu 31°C, 38°C dan 45°C selama 35 hari. Setiap 7 hari sekali dilakukan analisis meliputi : kadar protein terlarut, total mikroba (TPC), viskositas, dan pH. Selanjutnya penentuan umur simpan dispersi protein ikan gabus dilakukan menggunakan metode akselerasi yang mengacu pada pendekatan Arrhenius. **Hasil:** Penentuan umur simpan dispersi protein ikan gabus dilakukan berdasarkan parameter yang memenuhi persyaratan untuk dipilih sebagai acuan yaitu parameter total mikroba. Hal ini disebabkan pada parameter total mikroba memiliki energi aktivasi paling rendah. Orde reaksi yang berlaku pada parameter tersebut adalah orde 0 sehingga perhitungan umur simpan dispersi protein ikan gabus ditentukan berdasarkan persamaan Arrhenius orde 0. Kesimpulan: umur simpan dispersi protein ikan gabus dengan penambahan natrium benzoat menggunakan metode akselerasi pada pendekatan Arrhenius ditentukan berdasarkan parameter total mikroba yaitu pada suhu 31°C selama 34 hari, pada suhu 38°C selama 28 hari, dan pada suhu 45^oC selama 27 hari.

Kata kunci: Arrhenius, dispersi, ikan gabus, umur simpan

ABSTRACT

ASMAYANA IWO (NIM. G31116012). Shelf Life Determination Of The Snakehead Fish (*Channa striata*) Dispersion With The Addition Of Sodium Benzoate Using Arrhenius Equation Model. Supervised by ABU BAKAR TAWALI and ZAINAL.

Background: The shelf life information must be included on food label. Therefore, the development product of the snakehead fish protein dispersion requires an information about the shelf life of their products. This research needs to be carried out in order to provide the correct description about the shelf life label of the snakehead fish protein dispersion with the addition of sodium benzoate. Purpose: The purpose of the study was to determine the shelf life of snakehead fish protein dispersion products using the Arrhenius equation model. **Method:** The dispersion of snakehead fish was stored at 31°C, 38°C and 45°C for 35 days. The chemical analysis were carried out every 7 days including: dissolved protein content, total microbes, viscosity, and pH. Furthermore, the determination of shelf life of snakehead fish protein dispersion was carried out using an acceleration method which refers to the Arrhenius model. Results: The shelf life determination of the snakehead fish protein dispersion was carried out based on the parameters that meet the requirements to be selected as a reference, namely total microbes. This is because the total microbial parameter has the lowest activation energy. The reaction order that applies was 0 order, so that the calculation of the snakehead fish protein dispersion shelf life was determined based on the Arrhenius equation of 0 order. **Conclusion:** The shelf life of snakehead fish dispersion with the addition of sodium benzoate using the acceleration method in the Arrhenius approach was determined based on the parameter of total microbial. The snakehead fish dispersion has a shelf life of 34 days if stored at 28°C, 28 days at 38°C and 27 days at 45°C.

Keywords: Arrhenius, dispersion, shelf life, snakehead fish

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Asmayana Iwo

NIM : G311 16 012

Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Penentuan Umur Simpan Dispersi Protein Ikan Gabus (Channa striata) dengan Penambahan Natrium Benzoat Menggunakan Pendekatan Arrhenius

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2021

B9B62AJX284418931

Yang Menyatakan

Asmayana Iwo

PERSANTUNAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat, rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis selalu dalam keadaan sehat dan tetap bersemangat untuk melewati segala tantangan dalam menyelesaikan skripsi ini dimasa pandemi COVID-19. Pandemi COVID-19 menyebabkan perubahan gaya hidup yang tak pernah dibayangkan sebelumnya sehingga penyelesaian skripsi terasa lebih berat dan memiliki tantangan tersendiri. Namun, penulis percaya Allah SWT tidak akan memberi ujian melebihi batas kemampuan hambanya. Banyak pelajaran yang dapat penulis ambil dari peristiwa ini. Alhamdullilah, setelah sekian lama mengalami kendala, atas izin Allah SWT, penulis akhirnya dapat menyelesaikan dan melewati seluruh kendala dalam penelitian serta menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.

Selama proses penyusunan hingga terselesaikannya skripsi ini terdapat banyak kendala yang dihadapi penulis, namun semua dapat teratasi berkat bantuan, bimbingan, arahan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih dari hati yang tulus kepada :

- 1. **Allah SWT** yang telah memudahkan segala urusan penulis hingga dapat menyelesaikan penelitian dari awal hingga akhir.
- 2. Orang tua penulis bapak **Amrin** dan ibu **Salfiah** di kampung halaman yang telah memberikan dukungan moril dan materil serta curahan doa yang tak pernah lepas dalam shalatnya kepada penulis selama mengenyam pendidikan di perantauan.
- 3. Dosen pembimbing I **Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali** dan dosen pembimbing II bapak **Dr.rer.nat Zainal, S.TP., M.FoodTech** yang telah memberikan arahan, bimbingan dan nasehat kepada penulis dari awal pembuatan proposal hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
- 4. Dosen penguji **Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si** dan **Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.S** yang telah meluangkan waktunya untuk menguji penulis dan memberikan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
- 5. Panitia seminar proposal dan seminar hasil prodi ITP **Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si** dan panitia ujian sarjana **Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., PhD.** yang banyak membantu dalam pelaksanaan seminar kami.
- 6. Ibu Kepala Departemen Teknologi Pertanian **Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta**, dan Pak Kepala Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan **Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si**
- 7. Tenaga kependidikan terutama laboran ITP **Ibu Ir. Andi Nurhayati, M.Si dan kak Hasmiyani, S.Si** yang selama ini membimbing penulis dalam pengujian laboratorium hingga akhir, serta sekertaris prodi ITP ibu **Harmia, S.Sos**, dan pustakawan ITP **kak Nana**.
- 8. Saudara-saudara penulis **Lisdayanti Iwo, Farina Iwo dan Samsi Gunawan Iwo** yang selalu ada membantu dan mendengar semua curahan hati penulis meskipun kita terpisah jarak.
- 9. Penghuni grup Darurat 86 yang selalu mendengarkan keluh kesah, memberikan solusi, motivasi dan banyak membantu dari masa perkuliahan dan penelitian hingga skripsi ini terselesaikan.

- 10. Dukungan dari senior dan teman-teman penulis **Kak Irwan, Lisa, Rixon, Hume, Dian, Kerina, Rais, Tuti,** dan **Ayu** yang telah bersedia dan banyak membantu penulis selama proses penelitian.
- 11. Teman-teman seperjuangan **ITP 2016** dan **Reaktor** yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah menemani penulis selama kuliah di Teknologi Pertanian UNHAS.
- 12. Sahabat Istiqomah **Ela, Tuti, Neka, Nuril, Lisa, Hera, Dian, dan Ayu** yang telah banyak memberikan cerita dimasa selama kuliah dan selalu mengingatkan akan kebaikan. Semoga kita dipertemukan sampai Jannah-Nya.
- 13. Sahabat Waniti **Inayah, Devvy, Ria** dan **Mayang** serta **Lulu Fajriani PA** yang telah memberikan warna dalam kehidupan penulis selama di perantaun.
- 14. Teman-teman **Baubau-UH** yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Segala kenangan indah akan terukir selalu di hati.
- 15. **Para orang baik** yang sudah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Semoga amal baik dari berbagai pihak mendapatkan balasan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Penulis berharap agar karya ilmiah ini dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak untuk pengembangan ilmu pengetahuan mendatang. Penulis juga sadar masih banyak kekurangan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Makassar, Juli 2021

Asmayana Iwo

RIWAYAT HIDUP



Asmayana Iwo yang biasa dipanggil Asma, lahir di Baubau pada tanggal 16 Juli 1997. Merupakan Anak Ketiga dari Pasangan Amrin dan Salfiah.

Pendidikan formal yang telah ditempuh adalah :

- 1. SD NEGERI 3 NGANGANAUMALA, Baubau, Sulawesi Tenggara
- 2. SMP NEGERI 2 BAUBAU, Baubau, Sulawesi Tenggara
- 3. SMA NEGERI 1 BAUBAU, Baubau, Sulawesi Tenggara

Pada tahun 2016, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departeman Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selain mengikuti kegiatan perkuliahan, penulis terlibat di berbagai kegiatan kampus. Penulis pernah menjabat sebagai anggota Departemen Keputrian UKM-F LDF Surau Firdaus Tahun 2017-2018. Penulis aktif diberbagai kegiatan kepanitian seperti HUT XXXV Himatepa-UH, Latihan Kepemimpinan dan Manajemen Mahasiswa Himatepa-UH 2017, GEMA Pertanian LDF Surau Firdaus 2018. Penulis juga aktif mengikuti kompetisi ilmiah nasional. Penulis juga pernah menjadi pelakasana dalam kegiatan Pelatuhan Pembuatan Otak-Otak Berbasis Surimi Dan Surabi untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat di Kabupaten Wajo tahun 2020.

Penulis pernah menjadi koordinator asisten laboratorium untuk praktikum Aplikasi Biokimia Pascapanen 2020, asisten laboratorium Aplikasi Perubahan Fisik dan Kimia Pangan 2018, asisten laboratorium Aplikasi Biokimia Pascapanen 2019, penulis pernah mengikuti program magang selama satu bulan di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BBPOM) di Makassar tahun 2020.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dispersi protein ikan gabus merupakan produk pengembangan dari konsentrat protein ikan gabus yang dicampur dengan madu. Konsentrat protein ikan gabus mengandung albumin yang sangat dibutuhkan untuk perkembangan sel maupun pembentukan jaringan sel baru seperti akibat luka dan penyembuhan luka pasca operasi (Suprayitno, 2006). Konsentrat ikan gabus yang beredar dimasyarakat umumnya dalam bentuk kapsul yang masih sulit untuk dikonsumsi oleh beberapa kalangan. Sehingga dilakukan pengembangan produk dengan cara menambahkan madu dan mengubah dalam bentuk suplemen sirup. Pemilihan madu untuk pengembangan produk dispersi protein ikan gabus didasarkan pada beberapa alasan, antara lain madu memiliki nilai gizi yang baik seperti glukosa dan fruktosa, protein, vitamin, dan mineral. Selain itu, madu dipercaya oleh masyarakat memiliki khasiat yang dapat menyehatkan (Winarno, 1990).

Seiring dengan berkembangnya ilmu dan teknologi, berbagai industri pangan seolah berlomba dalam memproduksi dan mengembangkan produk pangan. Tingginya permintaan dari konsumen akan produk pangan juga menyebabkan beragamnya produk pangan yang diproduksi. Suatu produk pangan yang diproduksi dalam skala yang besar dan didistribusikan secara luas harus memiliki daya simpan yang cukup lama agar aman dikonsumsi oleh konsumen. Konsumen juga berhak untuk memperoleh informasi yang benar mengenai produk pangan yang dikonsumsinya, termasuk nilai gizi dan keterangan umur simpan atau masa kadaluwarsa.

Keamanan produk pangan merupakan hal yang sangat penting, sehingga setiap produk yang diproduksi diharuskan mencantumkan keterangan batas kadaluwarsa. Umur simpan atau masa kadaluwarsa menjadi indikator penting untuk mengetahui daya tahan produk selama masa penyimpanan. Masa kadaluwarsa produk pangan sangat terkait dengan keamanan pangan. Peraturan yang mengatur terkait label pangan dan masa kadaluwarsa adalah Undang-Undang No. 7/1996 dan Peraturan Pemerintah No. 69/1999 tentang Label dan Iklan Pangan.

Informasi masa kadaluarsa atau umur simpan merupakan salah satu hal yang wajib dicantumkan produsen pada kemasan produk pangan sehingga dapat menjadi jaminan keamanan bagi konsumen. Salah satu metode untuk mengukur umur simpan adalah metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT). Metode ASLT merupakan metode yang menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat (Accelerated) terjadinya reaksi-reaksi penurunan mutu produk pangan. Kelebihan metode ini adalah waktu pengujian yang relatif singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tinggi. Metode ASLT dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pendekatan kadar air kritis dan pendekatan Arrhenius. Pendekatan kadar air kritis diterapkan pada produk kering atau mudah mengalami kerusakan karena penyerapan air sedangkan pendekatan Arrhenius diterapkan pada produk yang mudah rusak akibat reaksi kimia. Penentuan umur simpan dispersi protein ikan gabus dapat dilakukan menggunakan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius. Metode ini mengkondisikan produk pada kondisi suhu ekstrim sehingga parameter kritis produk mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas dan penentuan umur simpan dapat ditentukan (Arpah dan Syarief, 2000).

Dispersi protein ikan gabus sebagai pengembangan dari produk suplemen konsentrat ikan gabus telah banyak dilakukan penelitian sebelumnya, salah satunya dilakukan oleh (Husnah, 2015) menunjukkan bahwa umur simpan dispersi protein ikan gabus tanpa penambahan bahan pengawet adalah selama 1 bulan jika disimpan suhu 28°C. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan penambahan natrium benzoat sebagai pengawet untuk memperpanjang umur simpan produk. Penentuan umur simpan produk dispersi protein ikan gabus dengan penambahan natrium benzoat dilakukan dengan metode ASLT pada pendekatan Arrhenius untuk mempercepat kerusakan produk sehingga waktu pengujian menjadi lebih singkat. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi terkait umur simpan produk dispersi protein ikan gabus dengan penambahan natrium benzoat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan umur simpan produk dispersi protein ikan gabus dengan penambahan natrium benzoat menggunakan pendekatan Arrhenius.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai cara penentuan umur simpan menggunakan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius pada produk dispersi konsentrat protein ikan gabus. Selain itu juga diharapkan dispersi protein ikan gabus dapat dijadikan produk yang aman untuk dikonsumsi masyarakat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dispersi Protein Ikan Gabus

Dispersi protein ikan gabus adalah suplemen pangan berbentuk sirup yang terbuat dari dua bahan utama yaitu konsentrat protein ikan gabus dan madu (Rahmayanti et al., 2018). Produk ini memberikan kemudahan untuk orang yang tidak dapat mengonsumsi suplemen dalam bentuk pil atau kapsul baik anak-anak, bayi, maupun dewasa (Mahendradatta et al., 2014). Karakteristik suplemen pangan dispersi protein ikan gabus antara lain berwarna kuning kecoklatan, aroma yang dominan adalah buah, dan berasa manis. Proses pembuatan dispersi protein ikan gabus terdiri atas tiga tahapan yaitu penepungan konsentrat ikan gabus, formulasi dan homogenisasi. Proses penepungan dimulai dari pembersihan ikan gabus, pengukusan, pengeringan pada suhu 60°C, penghalusan dan pengayakan menggunakan ayakan 100 mesh. Proses kedua yang dilakukan dalam pembuatan dispersi ikan gabus adalah dengan melakukan formulasi, dimana konsentrat ikan gabus dicampurkan dengan bahan-bahan lainnya yakni CMC, gliserin, madu dan air. Selanjutnya dispersi dihomogenisasi menggunakan homogenizer (Rahmayanti et al., 2018). Berikut gambar produk dispersi protein ikan gabus yang dikemas dalam kemasan botol 100 mL.



Gambar 1. Dispersi Protein Ikan Gabus

Dispersi protein ikan gabus mengandung albumin ikan gabus dan madu yang dapat membantu menjaga ketahanan tubuh, meningkatkan nafsu makan anak dan mempercepat penyembuhan luka terbuka, baik ringan maupun luka berat. Menurut (Widodo, 2012), konsumsi madu secara rutin dapat mengurangi kepekaan terhadap rasa sakit, sekaligus, memperbaiki nafsu makan. Ikan gabus mengandung protein dan albumin tinggi. Hasil penelitian (Suprayitno, 2003) mengungkap bahwa ekstrak ikan gabus dapat digunakan sebagai pengganti serum albumin untuk penyembuhan luka operasi maupun luka bakar.

2.2 Konsentrat Protein Ikan Gabus

Konsentrat protein ikan adalah suatu produk untuk dikonsumsi manusia yang dibuat dari ikan utuh dengan cara menghilangkan sebagian besar lemak dan kadar airnya sehingga diperoleh persentase kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan baku asalnya. Keistimewaan konsentrat protein ikan selain nilai gizinya tinggi juga sifat fungsional proteinnya tidak hilang sehingga dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai macam produk olahan (Trilaksani et al., 2014). Protein yang tinggi pada konsentrat ikan gabus diperoleh dengan cara menghilangkan sebagian besar lemak dan kadar air yang terkandung pada bahan baku ikan gabus (Asfar, 2018). Hasil penelitian yang telah dilakukan (Trilaksani et al., 2014) menunjukkan bahwa konsentrat protein ikan gabus mengandung air (4,73%), protein (84,69%), lemak (0,62%), dan abu (4,61%).

Penelitian (Suprayitno, 2006) menyatakan protein ikan gabus segar mencapai 25,1%, sedangkan 6,224% dari protein tersebut berupa albumin. Jumlah ini sangat tinggi dibanding

sumber protein hewani lainnya. Albumin merupakan jenis protein terbanyak di dalam plasma yang mencapai kadar 60% dan bersinergi dengan mineral Zn yang sangat dibutuhkan untuk perkembangan sel maupun pembentukan jaringan sel baru seperti akibat luka dan penyembuhan luka akibat operasi.

Berdasarkan (Tawali et al., 2012) proses pembuatan konsentrat ikan gabus meliputi pengukusan, pengeringan dan penepungan (penggilingan). Pengukusan berfungsi untuk mematangkan ikan dan mengeluarkan lemaknya, pengeringan berfungsi untuk mengurangi kadar air dibawah 4% dan penepungan berfungsi untuk mengecilkan ukuran partikel konsentrat ikan gabus. Optimalisasi proses produksi konsentrat protein ikan gabus telah dilakukan oleh (Tawali et al., 2012), menunjukkan bahwa hasil terbaik optimalisasi pengeringan diperoleh pada pengeringan bertingkat yang dimulai dengan suhu 70°C pada 30 menit awal kemudian suhu diturunkan bertahap sampai 65°C, satu jam berikutnya 60°C kemudian dibiarkan pada suhu 50-55°C sampai kadar air mencapai 9-10%. Proses pengeringan dihentikan pada saat kadar air mencapai 4%. Dari hasil optimalisasi terlihat bahwa penggilingan baru dapat dilakukan setelah kadar air mencapai 4%. Penggilingan dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan rendemen yang lebih besar. Bahan yang telah kering tersebut digiling dengan ukuran 100 mesh. Pada skala 5-10 kg bahan baku ikan gabus, penggilingan diulang hingga tiga kali untuk memberikan hasil dengan rendemen terbaik.

2.3 Madu

Madu merupakan cairan alami yang umumnya mempunyai rasa manis yang dihasilkan oleh lebah madu dari sari bunga tanaman (floral nektar) atau bagian lain dari tanaman (ekstra floral nektar) atau ekskresi serangga (Gebremariam dan Brhane, 2014). Nektar tersebut diubah dan diikat dengan senyawa tertentu oleh lebah kemudian disimpan pada sarang yang berbentuk heksagonal, hingga mengalami proses pematangan. memiliki rasa manis dan kental yang berwarna emas sampai coklat gelap dengan kandungan gula yang tinggi serta lemak rendah (Wulansari, 2018). Madu mempunyai pH yang rendah dimana berkisar antara 3,2 – 4,5. Komposisi kimia madu pada umumnya tersusun dari karbohidrat (gula), air serta mineral dan bagian-bagian lain yang sangat kecil jumlahnya. Komposisi madu ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu komposisi nektar asal madu bersangkutan dan faktor-faktor eksternal tertentu. Nektar madu mengandung gula dan protein dari golongan albumin, asam-asam bebas misalnya asam formiat dan asam malat. Terdapat beberapa enzim seperti nectar, amylase, diastase, katalase, dan inulase (Winarno, 1990). Menurut (BSN, 2004), dalam 100 gram mengandung fruktosa 41.0%, glukosa 35.0%, sukrosa 1.9%, dekstrin 1.5%, mineral 0.2%, air 17% dan zat-zat lain diantaranya asam amino sebanyak 3.5%.

Sifat dan karakteristik madu, secara umum dipengaruhi oleh komposisi atau kandungan zat-zat yang ada di dalamnya. Jenis dan komposisi gula menentukan potensi granulasi, rasa, dan sifat higroskopis madu. Kadar air madu berpengaruh terhadap tingkat viskositas dan potensi terjadinya fermentasi madu. Aktifitas enzim menentukan tingkat keasaman dan sifat mikrobisida madu, adapun warna madu dipengaruhi oleh kandungan mineral yang ada di dalamnya (Kuntadi, 2002).

Madu bersifat higroskopis atau menarik air, karena madu merupakan larutan yang sangat jenuh dan tidak stabil. Jika kadar air madu meningkat, maka madu akan mengalami fermentasi, baik oleh ragi maupun mikroorganisme lainnya. Kadar air dalam madu dapat

menentukan mutu madu itu sendiri. Besarnya kadar air madu tergantung dari kelembaban udara sebelum dan sesudah madu dipindahkan dari sarang. Oleh karena itu sebaiknya madu yang telah diekstraksi dari sarang madunya segera dikemas pada wadah yang kedap udara (Winarno, 1990).

Madu yang disimpan dengan benar dapat tahan lama dan dan tidak merubah rasa. Cara penyimpanan madu yang paling baik dan disarankan yaitu dengan menggunakan wadah yang terbuat dari kaca dan kedap udara karena madu mudah menyerap air dari udara. Suhu optimum untuk penyimpanan madu adalah di bawah 11°C (52°F) atau 21-27°C (70-80°F). Penyimpanan madu pada suhu 10°C memiliki umur simpan 26-35 tahun, sedangkan pada suhu 20°C memiliki umur simpan 2-4 tahun (Bogdanov, 2008).

2.4 Natrium Benzoat

Natrium benzoat ($NaC_7H_5O_2$) merupakan garam natrium dari asam benzoat. Asam benzoat memiliki rumus empiris $C_7H_6O_2$ merupakan padatan berupa kristal putih yang umum digunakan sebagai antimikroba. Asam benzoat merupakan zat pengawet organik yang sering digunakan pada makanan yang asam. Tujuan utama penggunaan bahan pengawet adalah untuk menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme dengan cara mengganggu cairan nutrisi dalam sel mikroorganisme atau merusak membran sel, mengganggu aktivitas enzim dan sistem genetika mikroorganisme (Desrosier, 1988). Rumus struktur asam benzoat dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Struktur Natrium Benzoat

Asam benzoat banyak beredar dalam bentuk garam-garamnya seperti natrium benzoat, kalium benzoat dan amonium benzoat. Garam natrium dan amonium benzoat dapat digunakan, akan tetapi molekul-molekul asam benzoat itu sendiri yang mempunyai sifat yang mematikan terhadap mikroba. Molekul-molekul yang tidak mengalami disosiasi diduga merupakan komponen yang aktif (Desrosier, 1988). Jumlah komponen asam benzoat yang tidak berdisosiasi ini tergantung pada tingkat pH bahan pangan yang bersangkutan. Pengaruh pH pada penguraian asam benzoat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh pH pada Penguraian Asam Benzoat

c 1 1	\mathcal{E}
pН	Asam Benzoat yang Tidak Terurai (%)
3	94
4	60
5	13
6	1,5
7	0,15

Sumber: Buckle et al., 1987

Pengawet yang digunakan pada penelitian ini adalah natrium benzoat (C_6H_5COONa). Karena kelarutan garamnya lebih besar, maka biasanya digunakan dalam bentuk garam natrium benzoat. Dalam bahan pangan natrium benzoat terurai menjadi bentuk yang lebih efektif, yaitu asam benzoat yang tidak dapat terdisosiasi. Penghambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh asam benzoat efektif pada pH 2.5 - 4.0. Aktivitas anti mikrobial yang

paling efektif adalah terhadap khamir dan bakteri dan kurang efektif terhadap jamur/kapang (Winarno dan Rahayu, 1994).

Natrium benzoat berupa granula atau serbuk berwarna putih, tidak berbau dan stabil di udara. Mudah larut dalam air dan agak sukar larut dalam etanol. Kelarutan dalam air pada suhu 25° C sebesar 660g/l dengan bentuk yang aktif sebagai pengawet sebesar 84,7% pada range pH 4,8 (Cahyadi, 2006). Benzoat tidak terakumulasi dalam tubuh manusia karena terjadi mekanisme detoksifikasi terhadap asam benzoat. Benzoat akan bereaksi dengan glisin membentuk asam hipurat yang selanjutnya akan diekresikan oleh tubuh (Winarno dan Rahayu, 1994).

Senyawa benzoat dapat digunakan untuk mengawetkan minuman ringan, pikel saus, sari buah, sirup dan suplemen makanan. Efektivitas (daya guna) dari asam benzoat dapat berkurang jika makanan mengandung lemak. Efektivitas benzoat bertambah jika bahan makanan banyak mengandung garam dapur (NaCl) dan gula pasir (Winarno dan Rahayu, 1994). Benzoat sejauh ini dideteksi sebagai pengawet yang aman. Senyawa ini digolongkan dalam *Generally Recognized as Safe* (GRAS). Berdasarkan Peraturan BPOM RI No.11 tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan batas maksimum penggunaan natrium benzoat sebagai bahan pengawet dalam suplemen pangan adalah 600 mg/kg.

2.5 Pasteurisasi

Pasteurisasi merupakan proses pemanasan yang pertama kali dikembangkan oleh seorang ahli mikrobiologi Perancis yang bernama Louis Pasteur. Awalnya proses ini dikembangkan sebagai upaya untuk mencari metode pengawetan minuman anggur (wine). Pasteur menunjukkan bahwa proses pembusukan pada minuman anggur dapat dicegah jika anggur dipanaskan pada suhu 60°C selama beberapa waktu. Secara umum, pasteurisasi adalah proses pemanasan pada suhu yang relatif rendah (umumnya <100°C) pada waktu yang bervariasi yaitu dari beberapa detik sampai beberapa menit tergantung pada suhu dan produk yang akan diawetkan, dengan tujuan untuk mengurangi populasi mikroorganisme pembusuk sehingga bahan pangan yang dipasteurisasi tersebut akan mempunyai daya awet beberapa hari (misalnya produk susu pasteurisasi) sampai beberapa bulan (misalnya produk sari buah pasteurisasi) (Hariyadi, 2017).

Proses pasteurisasi biasanya dikaitkan dengan produk susu. Namun, saat ini pasteurisasi juga digunakan pada banyak makanan lain seperti jus, sari buah apel, telur, keju, butter, vinegar, sauerkraut, dan makanan kaleng. Walaupun proses ini hanya mampu membunuh sebagian populasi mikroorganisme, namun pasteurisasi sering diaplikasikan jika (Hariyadi, 2017):

- Dikhawatirkan bahwa penggunaan panas yang lebih tinggi akan menyebabkan terjadinya kerusakan mutu (misalnya pada susu).
- Tujuan utama proses pemanasan hanya untuk membunuh mikroorganisme patogen atau inaktivasi enzim-enzim yang dapat merusak mutu.
- Diketahui bahwa mikroorganisme penyebab kerusakan yang utama adalah mikroorganisme yang sensitif terhadap panas (misalnya khamir pada sari buah).
- Akan digunakan cara atau metode pengawetan lainnya yang dikombinasikan dengan proses pasteurisasi, sehingga sisa mikroorganisme yang masih ada setelah proses pasteurisasi

dapat dikendalikan dengan metode pengawetan tersebut (seperti pasteurisasi dikombinasikan dengan pendinginan, pengemasan yang rapat tertutup, penambahan gula dan/atau asam, dan lain-lain.

Terdapat dua metode yang umum digunakan dalam proses pasteurisasi yaitu (Jay et al., 2005):

- 1. Low Temperature, Long Time (LTLT), metode ini pada dasarnya dilakukan dengan pemanasan pada suhu rendah dengan waktu yang relatif lama. Misalnya susu dipanaskan pada suhu 62,8°C selama 30 menit.
- 2. High Temperature, Short Time (HTST), metode ini pada dasarnya dilakukan dengan pemanasan pada suhu tinggi dengan waktu yang singkat. Misalnya susu dipanaskan pada suhu 71,7°C selama 15 detik.

Pasteurisasi dapat membunuh hampir 99,999% patogen (Pengurangan 5-log); mengurangi 10.000 sel bakteri menjadi hampir tidak ada. Temperatur pasteurisasi juga dapat menghancurkan ragi, jamur, dan organisme lainnya. Perlu diingat bahwa pasteurisasi biasanya disertai dengan proses pendinginan untuk menjaga kualitas dan keamanan produk pangan (Jay et al., 2005).

Pasteurisasi sering digunakan dalam pengawetan produk pangan karena dapat meningkatkan keamanan dan umur simpan produk pangan dengan efek minimal pada nutrisi. Namun, pasteurisasi dapat mengubah rasa beberapa makanan. Prosesnya juga menurun aktivitas enzimatik seperti pencoklatan atau perubahan warna lain yang tidak diinginkan. Saat ini sedang dilakukan penelitian di bidang pengolahan makanan teknologi (seperti iradiasi) yang "mempasteurisasi" makanan tanpa menggunakan panas (Fellows, 2009).

2.6 Kemasan Gelas

Kemasan merupakan suatu benda yang digunakan sebagai wadah untuk menempatkan produk dan memberi bentuk, sehingga lebih memudahkan dalam penyimpanan, pengangkutan dan distribusi. Kemasan berfungsi untuk memberi perlindungan terhadap mutu produk dari kontaminasi luar dan kerusakan serta menambah daya tarik produk. Kemasan berperan penting dalam mempertahankan mutu suatu bahan pangan dan telah dianggap sebagai bagian integral dari proses produksi (Syarief dan Irawati, 1988).

Pemilihan bahan kemasan, berkaitan dengan informasi dan persyaratan yang dibutuhkan oleh produk, seperti penyebab kerusakan produk dan reaksi yang akan dialami produk dalam kemasan tersebut sebelum dikonsumsi. Kerusakan yang paling umum terjadi pada bahan pangan adalah perubahan kadar air, pengaruh gas dan cahaya. Perubahan kadar air produk akan menyebabkan pertumbuhan jamur dan bakteri, penggumpalan pada produk serbuk, serta pelunakan pada produk kering. Selain itu, pemilihan bahan kemasan juga perlu mempertimbangkan jenis produk yang dikemas, misalnya produk berupa cairan tidak aman dikemas kemasan kertas sehingga sebaiknya dikemas dalam kemasan gelas (Syarief and Irawati, 1988).

Kemasan gelas merupakan suatu produk anorganik yang dibuat melalui proses fusi yang dilanjutkan dengan pendinginan. Bahan yang biasa digunakan dalam pembuatan kemasan gelas adalah silikat, kapur, dan soda. Setelah melewati titik fusi, campuran tersebut kemudian didinginkan. Pengisian bahan pangan ke dalam botol dilakukan dalam kondisi panas. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi vakum pada head spacenya. Setelah filling, masih bisa dilakukan sterilisasi karena botol gelas memiliki sifat ketahanan yang tinggi terhadap suhu

sterilisasi. Wadah gelas dapat dikenakan sterilisasi dan pasteurisasi *in-bottle*, baik untuk pengisian produk panas ataupun dingin. Tidak akan masalah sehubungan kondisi volume *headspace* dan kejutan panas yang akan dibuat. Pada prakteknya, *hot-fill*, produk diisikan pada 85°C dan selanjutnya didinginkan yang akan membutuhkan *headspace* minimum 5%. Kondisi vakum di sini penting karena bahan pangan tersebut memiliki kemungkinan untuk ditumbuhi *yeast*. Kondisi vakum diharapkan dapat menghambat pertumbuhan spora *yeast* yang tahan terhadap pasteurisasi maupun sterilisasi (Syarief dan Sunaryo, 1985)

Keunggulan menggunakan kemasan gelas pada produk pangan antara lain (Syarief dan Sunaryo, 1985):

- Gelas bersifat inert sehingga tidak akan bereaksi dengan bahan pangan yang dikemas
- Gelas merupakan penghalang (barrier) yang baik terhadap uap air, air dan gas-gas lain.
- Bersifat transparan.
- Wadah gelas dapat dilakukan pengisian atau penutupan secara vakum.
- Umumnya umur simpan bahan pangan yang kemas dalam wadah gelas lebih lama.

Selain itu kemasan gelas memiliki kelemahan yaitu sifatnya yang mudah pecah dan membutuhkan biaya distribusi yang tinggi karena memiliki bobot yang lebih besar (Syarief dan Sunaryo, 1985).

2.7 Pendugaan Umur Simpan

Umur simpan produk pangan dapat diartikan sebagai selang waktu antara produksi hingga saat produk mencapai titik tertentu yang tidak dapat diterima sifat-sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur, atau nilai gizi. Suatu produk dikatakan berada pada kisaran umur simpannya bila kualitas produk secara umum dapat diterima untuk tujuan seperti yang diinginkan oleh konsumen dan selama bahan pengemas masih memiliki integritas serta memproteksi isi kemasan (Arpah dan Syarief, 2000). Menurut (Syarief et al., 1989), faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan produk pangan yang dikemas adalah sebagai berikut:

- 1. Keadaan alamiah atau sifat makanan dan mekanisasi berlangsungnya perubahan, misalnya kepekaan terhadap air dan oksigen, dan kemungkinan terjadinya kimia internal dan fisik.
- 2. Ukuran kemasan dalam hubungannya dengan volumenya.
- 3. Kondisi atmosfir (terutama suhu dan kelembaban) dimana kemasan dapat bertahan selama transit dan sebelum digunakan.
- 4. Ketahanan keseluruhan dari kemasan terhadap keluar masuknya air, gas dan bau, termasuk perekatan, penutupan dan bagian-bagian yang terlipat.

Menurut (Floros dan Granasekharan, 1993), penentuan umur simpan produk pangan dapat dilakukan dengan menggunakan dua konsep studi penyimpanan produk pangan yaitu metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). ESS atau yang sering disebut metode konvensional adalah penentuan tanggal kadaluarsa dengan jalan menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai tingkat mutu kadaluarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun memerlukan waktu yang lama dan analisis parameter yang relatif banyak. Metode ASLT merupakan metode yang menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat (*Accelerated*) terjadinya reaksi-reaksi penurunan mutu produk pangan. Kelebihan metode ini adalah waktu pengujian yang relatif singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tinggi.

Metode akselerasi pada dasarnya adalah metode kinetik yang disesuaikan untuk produk pangan tertentu. Model yang diterapkan pada penelitian akselerasi ini menggunakan dua cara pendekatan. Pertama, pendekatan kadar air kritis dengan bantuan teori difusi, yaitu suatu cara pendekatan yang diterapkan untuk produk kering dengan menggunakan kadar air atau aktifitas air sebagai kriteria kadaluarsa. Kedua, pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan Arrhenius, yaitu suatu cara pendekatan yang menggunakan teori kinetika yang pada umumnya mempunyai orde reaksi nol atau satu untuk produk pangan (Arpah, 2001).

Analisa penurunan mutu memerlukan beberapa pengamatan yaitu harus ada parameter yang dapat diukur secara kuantitatif dan parameter tersebut mencerminkan keadaan mutu dari produk yang dikemas. Parameter tersebut dapat berupa hasil pengukuran kimiawi, uji organoleptik, tekstur, warna, dan total mikroba. Parameter penurunan mutu didasarkan pada parameter yang paling sensitif terhadap mutu produk (Syarief dan Halid, 1990).

Menurut (Labuza 1982), reaksi kehilangan mutu pada makanan banyak dijelaskan oleh reaksi nol dan orde reaksi satu.

1. Reaksi Orde Nol

Penurunan mutu orde reaksi nol adalah penurunan mutu yang konstan. Reaksi yang termasuk pada ordo nol (n=0), laju reaksinya tidak tergantung pada konsentrasi pereaksinya, dengan kata lain reaksi berlangsung dengan laju yang tetap. Jenis reaksi ordo nol tidak terlalu umum terjadi. Tipe kerusakan yang mengikuti kinetika reaksi orde nol meliputi reaksi kerusakan enzimatis, pencoklatan enzimatis, dan oksidasi. Adapun contoh reaksi ordo nol lainnya adalah reaksi gas pada permukaan logam, reaksi dengan katalis enzim pada konsentrasi substrat tinggi, reaksi fotosintesisi pada hijau daun di siang hari, dan reaksi glukosa dengan hemoglobin pada darah.

Implikasi dari orde reaksi nol adalah kecepatan penurunan mutu berlangsung secara tetap pada suhu konstan dan digambarkan dengan persamaan berikut :

$$\frac{-dA}{dt} = k$$

Untuk menentukan jumlah kehilangan mutu maka dilakukan integrasi terhadap persamaan :

$$\int_{At}^{Ao} dA = \int_{0}^{t} k \, dT$$

sehingga menjadi:

dimana : At adalah jumlah pada waktu t dan Ao adalah jumlah awal A.

2. Reaksi Orde Satu

Umur simpan pada beberapa kasus tidak mengikuti degradasi dengan kecepatan konstan yang sederhana. Pada kenyataannya, nilai n dapat berubah untuk beberapa reaksi dari nol sampai ke beberapa nilai fraksional atau lebih dari 2. Banyak dari kerusakan bahan pangan tidak mengikuti reaksi orde nol, tetapi mengikuti pola dimana n=1, yang menunjukkan suatu penurunan eksponensial kecepatan kerusakan sebagai penurunan mutu. Tipe kerusakan yang mengikuti reaksi orde satu adalah ketengikan, produksi *off flavor* (penyimpangan flavor) oleh mikroba, penurunan mutu protein dan lain sebagainya. Persamaan reaksinya adalah

$$\frac{-dA}{dt} = k.A$$

Untuk menentukan jumlah kehilangan mutu maka dilakukan integrasi terhadap persamaan:

$$\int_{0}^{At} dA/A = -\int_{0}^{t} k. dT$$

$$\lim_{A} dt - \ln A = -k t$$

sehingga menjadi:

2.8 Model Arrhenius

Model pendekatan pendugaan umur simpan dengan metode empiris persamaan Arrhenius biasanya tepat digunakan untuk produk produk yang mudah rusak diakibatkan terjadinya reaksi kimia (reaksi oksidasi, reaksi maillard, denaturasi protein dan lainya). Secara umum, reaksi kimia dapat terjadi lebih cepat terjadi ketika terjadi peningkatan suhu. Dan persamaan Arhenius mampu menggambarkan korelasi antara perubahan parameter kualitas produk terhadap suhu penyimpanan. Persamaan ini bisa digunakan untuk memprediksi percepatan kerusakan produk ketika disimpan disuhu yang lebih ekstrim. Untuk mendapatkan korelasi yang tepat, setidaknya diperlukan 3 suhu penyimpanan produk dan dengan rentang waktu pengujian minimal 5 titik (1 titik awal penyimpanan, 3 titik tengah penyimpanan dan 1 titik akhir dimana produk diduga telah mengalami kerusakan). Namun demikian, umumnya waktu pengujian dilakukan melebihi waktu pendugaan produk setelah mengalami kerusakan (Herawati, 2008).

Menurut (Syarief dan Halid, 1990), suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap perubahan mutu pangan. Suhu ruangan yang konstan akan lebih baik dari suhu penyimpanan yang berubah-ubah. Pendugaan umur simpan seharusnya dilakukan di ruangan dengan suhu tetap. Pendugaan laju penurunan mutu pada suhu tetap dapat dilakukan dengan persamaan Arrhenius, sebagai berikut:

$$k = ko e^{-Ea/(RT)}$$

Dimana:

k = konstanta kecepatan reaksi

ko = konstanta pre-eksponensial

Ea = energi aktivasi (kal/mol)

R = konstanta gas 1.986 kal/mol

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

Energi aktivasi (E) dapat memberikan gambaran mengenai besarnya pengaruh suhu terhadap reaksi. Nilai E diperoleh dari *slope* grafik garis lurus hubungan ln k dengan (1/T). Dengan demikian, energi aktivasi yang besar mempunyai arti bahwa nilai ln k berubah cukup besar dengan hanya perubahan beberapa derajat dari suhu (Arpah, 2001).

Persamaan Arrhenius di atas dapat diubah menjadi :

$$\ln k = -\frac{Ea}{R}x\frac{1}{T} + \ln ko$$

$$\downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \downarrow$$

$$y = m \quad x + c$$

Persamaan di atas merupakan persamaan garis y = mx + c. Nilai m (gradien) atau slope merupakan nilai mutlak (|m|). Tanda pada nilai gradien hanya menyatakan arahnya. Jika nilai gradien bertanda positif maka garis membentuk tanjakan dari kiri ke kanan, sebaliknya jika tanda dari gradien adalah negatif maka garis membentuk turunan dan kiri ke kanan.