

**KARAKTERISASI KOMPONEN KIMIAWI, MIKROBIOLOGI, SENSORI  
ABON IKAN REMPAH PADA BERBAGAI TEKNIK PENGADUKAN,  
LAMA PENYANGRAIAN, DAN PENDUGAAN UMUR SIMPAN DENGAN  
METODE ASLT (ACCELERATED SHELF-LIFE TESTING) ARRHENIUS**

(Tesis)

Oleh

**PUAN MUTIA AYUNISA  
2324051011**



**MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## ABSTRACT

### **CHARACTERIZATION OF CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, AND SENSORY COMPONENTS OF SHREDDED SPICED FISH UNDER VARIOUS STIRRING TECHNIQUES, ROASTING DURATIONS, AND SHELF-LIFE ESTIMATION USING THE ASLT (ACCELERATED SHELF-LIFE TESTING) ARRHENIUS**

By

**PUAN MUTIA AYUNISA**

Lampung Province had an abundant supply of *Ranau tilapia*, but it was highly perishable post-harvest. The innovation of shredded spiced fish made from Ranau tilapia faced challenges in the roasting process, which was still conducted manually without standardized timing. Improvement of this process can be achieved through variations in stirring techniques and standardized roasting durations, as well as ozone sterilization to extend shelf life. This study examined the effects of stirring techniques and roasting durations on the chemical, microbiological, and sensory characteristics of the shredded spiced fish, determined the best treatment using the De Garmo method, and estimated its shelf life using the ASLT-Arrhenius method. The study was conducted in two stages. The first stage employed an CRBD with two factors, stirring technique (mechanical/conventional) and roasting duration (60, 75, 90, 105, 120 minutes), with three replications, analyzed using ANOVA and HSD 5% significance level. The second stage evaluated the effect of ozone sterilization on shredded spiced fish stored at 30°C, 40°C, and 50°C, with two replications, analyzed using the ASLT-Arrhenius method. The results indicated that the stirring technique significantly affected moisture content, protein content, aroma, color, taste, texture, and overall acceptability but did not influence total plate count. Roasting duration and its interaction with the stirring technique affected all quality parameters. The best treatment was mechanical stirring for 105 minutes, yielding a moisture content of 9.79%, protein content of 38.57%, and a total plate count of 1.53 log CFU/g, fulfilling the requirements of SNI 7690:2019. This treatment is also produced with a highly preferred taste, aroma, color, and texture. The shelf life of shredded spiced fish without ozonation in aluminium foil packaging was estimated at 206.31 days (6 months and 24 days).

**Keywords:** shredded spiced fish, stirring technique, roasting duration, shelf life ASLT-Arrhenius

## **ABSTRAK**

### **KARAKTERISASI KOMPONEN KIMIAWI, MIKROBIOLOGI, SENSORI ABON IKAN REMPAH PADA BERBAGAI TEKNIK PENGADUKAN, LAMA PENYANGRAIAN, DAN PENDUGAAN UMUR SIMPAN DENGAN METODE ASLT (ACCELERATED SHELF-LIFE TESTING) ARRHENIUS**

**Oleh**

**PUAN MUTIA AYUNISA**

Provinsi Lampung memiliki komoditas unggulan ikan nila ranau yang melimpah, namun mudah rusak pascapanen. Inovasi abon ikan rempah berbahan dasar ikan nila ranau menghadapi kendala penyangraian yang masih manual dan tanpa standar waktu. Penyempurnaan proses dapat dilakukan dengan variasi teknik pengadukan dan lama penyangraian yang terstandarisasi, serta teknik sterilisasi ozon untuk memperpanjang masa simpan. Penelitian ini mengkaji pengaruh teknik pengadukan dan lama penyangraian terhadap karakteristik kimiawi mikrobiologi sensori abon, menentukan perlakuan terbaik dengan metode De Garmo, serta memperkirakan umur simpan dengan metode ASLT-Arrhenius. Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor, teknik pengadukan (mesin dan konvensional) serta lama penyangraian (60, 75, 90, 105, dan 120 menit) dengan tiga ulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan BNJ 5%. Tahap kedua menguji efek sterilisasi ozon pada abon yang disimpan pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C dengan dua ulangan, dianalisis menggunakan metode ASLT-Arrhenius. Hasil penelitian menunjukkan teknik pengadukan berpengaruh terhadap kadar air, protein, aroma, warna, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan, tetapi tidak terhadap angka lempeng total. Lama penyangraian dan interaksinya dengan teknik pengadukan berpengaruh terhadap seluruh parameter mutu. Perlakuan terbaik adalah mesin pengaduk dengan penyangraian 105 menit, menghasilkan abon dengan kadar air 9,79%, protein 38,57%, dan angka lempeng total 1,53 log koloni/g, sesuai SNI 7690:2019, serta memiliki rasa, aroma, warna, dan tekstur sangat disukai. Umur simpan abon tanpa ozonisasi dalam kemasan aluminium foil mencapai 206,31 hari (6 bulan 24 hari).

**Kata kunci:** abon ikan rempah, teknik pengadukan, lama penyangraian, umur simpan ASLT Arrhenius

**KARAKTERISASI KOMPONEN KIMIAWI, MIKROBIOLOGI, SENSORI  
ABON IKAN REMPAH PADA BERBAGAI TEKNIK PENGADUKAN,  
LAMA PENYANGRAIAN, DAN PENDUGAAN UMUR SIMPAN DENGAN  
METODE ASLT (ACCELERATED SHELF-LIFE TESTING) ARRHENIUS**

**Oleh**

**PUAN MUTIA AYUNISA**

**Tesis**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**MAGISTER TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

Program Pascasarjana Magister Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

Judul Tesis

**KARAKTERISASI KOMPONEN  
KIMIAWI, MIKROBIOLOGI, SENSORI  
ABON IKAN REMPAH PADA BERBAGAI  
TEKNIK PENGADUKAN, LAMA  
PENYANGRAIAN, DAN PENDUGAAN  
UMUR SIMPAN DENGAN METODE ASLT  
(ACCELERATED SHELF-LIFE TESTING)  
ARRHENIUS**

Nama Mahasiswa

**Puan Mutia Ayunisa**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2324051011

Program Studi

: Magister Teknologi Industri Pertanian

Fakultas

: Pertanian

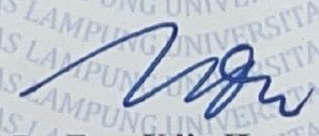
**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

  
**Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**  
NIP 19701220 200812 2 001

  
**Prof. Dr. Gusri Akhyar, S.T., M.T.**  
NIP 19710817 199802 1 003

2. Ketua Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian

  
**Prof. Dr. Eng. Udin Hasanudin, M.T.**  
NIP 19640106 198803 1 002

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

**Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**

Sekretaris

**Prof. Dr. Gusri Akhyar, S.T., M.T.**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.**

**Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.**

### 2. Dekan Fakultas Pertanian



**Dr. Ir. Kusyanta Futas Hidayat, M.P.**

NIP 19641118 198902 1 002

### 3. Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Lampung



**Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.**

NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: **29 April 2025**

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puan Mutia Ayunisa

NPM : 2324051011

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan data yang telah saya dapatkan. Karya ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah dari hasil plagiat karya orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dari sumbernya, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, April 2025  
Penulis,



Puan Mutia Ayunisa  
NPM 2324051011

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 13 Maret 2002 sebagai anak dari pasangan Bapak Drs. Yusup Rusman, M.M. dan Ibu Nita Sari, S.IP., M.Si. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat Sekolah Dasar di SD Muhammadiyah 1 Bandar Lampung tahun 2013, tingkat Menengah Pertama di SMP Negeri 23 Bandar Lampung pada tahun 2016, dan tingkat Menengah Atas di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2019. Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada Tahun 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis telah menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2023. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S2 di Program Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan Beasiswa Unggulan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Selama menjadi mahasiswa S2, penulis dipercaya menjadi Asisten Dosen mata kuliah Kewirausahaan dan Pengemasan pada tahun 2023. Penulis juga aktif dalam kegiatan publikasi ilmiah, penerbitan paten, penerbitan buku, dan pengabdian masyarakat bersama dengan dosen pembimbing akademik. Selain itu, penulis tergabung dalam divisi sosialisasi dan mentoring forum nasional beasiswa unggulan.

## SANWACANA

*Bismillahirrohmanirrohim*

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul **“Karakterisasi Komponen Kimiawi, Mikrobiologi, Sensori Abon Ikan Rempah Pada Berbagai Teknik Pengadukan, Lama Penyangraian, Dan Pendugaan Umur Simpan Dengan Metode ASLT (Accelerated Shelf-Life Testing) Arrhenius”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tesis ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan, nasehat, serta saran-saran yang membangun untuk penulis. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
2. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Eng. Udin Hasanudin, MT. selaku Ketua Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi, bantuan, saran, dan nasihat selama perkuliahan.
4. Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Pembimbing Akademik atas ketulusan hati, bimbingan, arahan, nasihat, kepercayaan, dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menjalani perkuliahan dan tentunya selama proses penyelesaian tesis.
5. Prof. Dr. Gusri Akhyar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk memberikan ilmu, motivasi, nasihat, arahan, dukungan, dan bimbingan selama proses penyelesaian tesis.
6. Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P., selaku Dosen Pembahas Pertama atas masukan, arahan, dan nasihat yang diberikan selama penyusunan tesis.

7. Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si., selaku Dosen Pembahas Kedua atas masukan, arahan, motivasi, dan nasihat yang diberikan selama penyusunan tesis.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Magister Teknologi Industri Pertanian, atas semua ilmu dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
9. Teristimewa kepada ayah dan bunda tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, materi, dan semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan tesis.
10. Karyawan-karyawati di Magister Teknologi Industri Pertanian – Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Mba Fitri, Mas Edi, Mas Udin, Mba Eka, Mba Indah, Pak Hanafi, Pak Parman, yang telah memberikan dukungan selama kuliah maupun penelitian tesis.
11. Sahabat-sahabat yang selalu mendukung, mendoakan, dan memberikan semangat selama menyelesaikan tesis: Wanda Oktaria, Firlya Putri, Septi Selvani, Anty Ummiyati, Nadia Silvia, Karina Elvira, dan Putri Ajeng.
12. Teman-teman yang membantu dan mendukung selama penelitian tesis: Sela Julita, Mentari Rossaline, Riva Trimillenia, Diah Pangastuti, dan Inayah.
13. Adik-adik THP 2020 dan 2021 yang membersamai selama proses penelitian.
14. Teman-teman SMP - SMA - Kuliah S1 - KKN yang selalu memberikan semangat, mendoakan yang terbaik, dan memberikan saran yang membangun sehingga penulis bisa menyelesaikan tesis dengan baik.
15. Teman-teman MTIP 23 yang telah memberikan dukungan dan kebersamaan selama masa perkuliahan di Universitas Lampung.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam penyusunan tesis.

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan menjadi amalan baik dan diberikan balasan oleh Allah SWT. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, April 2025

Penulis,

**Puan Mutia Ayunisa**

## DAFTAR ISI

|                                         | Halaman |
|-----------------------------------------|---------|
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                 | xi      |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....               | xiv     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....              | xxi     |
| <b>I. PENDAHULUAN</b> .....             | 1       |
| 1.1 Latar Belakang dan Masalah.....     | 1       |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....             | 3       |
| 1.3 Kerangka Pemikiran .....            | 3       |
| 1.4 Hipotesis .....                     | 6       |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....       | 8       |
| 2.1 Ikan Nila .....                     | 8       |
| 2.2 Abon Ikan.....                      | 9       |
| 2.3 Macam-Macam Pengaduk .....          | 11      |
| 2.3.1 Alat pengaduk konvensional .....  | 12      |
| 2.3.2 Mesin pengaduk .....              | 12      |
| 2.4 Penyangraian.....                   | 13      |
| 2.5 Pemaparan Ozon .....                | 14      |
| 2.6 Pengemasan Alumunium Foil.....      | 15      |
| 2.7 Pendugaan Umur Simpan .....         | 17      |
| <b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> ..... | 20      |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....    | 20      |
| 3.2 Bahan dan Alat.....                 | 20      |
| 3.3 Metode Penelitian .....             | 21      |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian.....         | 23      |

|                                                                        | Halaman   |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.1 Pembuatan abon ikan rempah nila ranau .....                      | 23        |
| 3.4.2 Penyimpanan dan pengamatan umur simpan<br>abon ikan rempah ..... | 26        |
| 3.5 Pengamatan.....                                                    | 26        |
| 3.5.1 Analisis kadar air.....                                          | 26        |
| 3.5.2 Analisis kadar protein .....                                     | 27        |
| 3.5.3 Analisis kadar asam lemak bebas.....                             | 28        |
| 3.5.4 Analisis pH.....                                                 | 28        |
| 3.5.5 Uji Angka Lempeng Total Abon Ikan Rempah.....                    | 29        |
| 3.5.6 Uji sensori abon ikan rempah.....                                | 30        |
| 3.5.7 Penentuan Perlakuan Terbaik .....                                | 36        |
| 3.5.8 Pendugaan Umur Simpan Abon Ikan Rempah .....                     | 36        |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                  | <b>40</b> |
| 4.1 Analisis Kimia.....                                                | 40        |
| 4.1.1 Kadar Air .....                                                  | 40        |
| 4.1.2 Kadar Protein .....                                              | 43        |
| 4.2 Analisis Sensori .....                                             | 46        |
| 4.2.1 Aroma.....                                                       | 46        |
| 4.2.2 Warna .....                                                      | 48        |
| 4.2.3 Rasa .....                                                       | 52        |
| 4.2.4 Tekstur.....                                                     | 55        |
| 4.2.5 Penerimaan Keseluruhan.....                                      | 57        |
| 4.3 Angka lempeng total (ALT).....                                     | 59        |
| 4.4 Perlakuan Terbaik .....                                            | 62        |
| 4.5 Karakteristik Abon Ikan Rempah .....                               | 65        |
| 4.6 Visualisasi Abon Ikan Rempah Selama Penyimpanan .....              | 67        |
| 4.7 Perubahan Abon Ikan Rempah Selama Penyimpanan .....                | 67        |
| 4.7.1 Uji Kimia .....                                                  | 68        |
| 4.7.1.1 Kadar Air Abon Ikan Rempah .....                               | 68        |
| 4.7.1.2 Kadar Asam Lemak Bebas Abon Ikan Rempah .....                  | 71        |
| 4.7.1.3 Derajat Keasaman (pH) Abon Ikan Rempah.....                    | 74        |
| 4.7.2 Uji Mikrobiologi .....                                           | 76        |

|                                                    | Halaman |
|----------------------------------------------------|---------|
| 4.7.2.1 Angka Lempeng Total Abon Ikan Rempah ..... | 76      |
| 4.7.3 Uji Sensori .....                            | 80      |
| 4.7.3.1 Aroma Abon Ikan Rempah .....               | 80      |
| 4.7.3.2 Warna Abon Ikan Rempah .....               | 84      |
| 4.7.3.3 Tekstur Abon Ikan Rempah .....             | 87      |
| 4.8 Penentuan Umur Simpan Abon Ikan Rempah .....   | 90      |
| <b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....               | 99      |
| 5.1 Kesimpulan .....                               | 99      |
| 5.2 Saran .....                                    | 100     |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                        | 101     |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                               | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Syarat mutu abon ikan (SNI 7690:2019) .....                                                                      | 11      |
| 2. Karakteristik alumunium foil pada berbagai ketebalan .....                                                       | 16      |
| 3. Perbedaan metode ESS dan metode ASLT .....                                                                       | 19      |
| 4. Bentuk rancangan percobaan .....                                                                                 | 21      |
| 5. Tata letak percobaan.....                                                                                        | 22      |
| 6. Kuisisioner uji hedonik pemilihan abon ikan rempah terbaik .....                                                 | 32      |
| 7. Kuisisioner uji hedonik umur simpan abon ikan rempah .....                                                       | 33      |
| 8. Kuisisioner uji skoring umur simpan abon ikan rempah .....                                                       | 34      |
| 9. Kuisisioner uji skoring pemilihan abon ikan rempah terbaik .....                                                 | 35      |
| 10. Hasil uji BNJ 5% pada nilai kadar air abon ikan rempah .....                                                    | 40      |
| 11. Hasil uji BNJ 5% pada nilai kadar protein abon ikan rempah .....                                                | 43      |
| 12. Hasil uji BNJ 5% pada nilai aroma abon ikan rempah .....                                                        | 46      |
| 13. Hasil uji BNJ 5% pada nilai warna abon ikan rempah.....                                                         | 49      |
| 14. Hasil uji BNJ 5% pada nilai rasa abon ikan rempah.....                                                          | 52      |
| 15. Hasil uji BNJ 5% pada nilai tekstur abon ikan rempah .....                                                      | 55      |
| 16. Hasil uji BNJ 5% pada nilai penerimaan keseluruhan<br>abon ikan rempah .....                                    | 58      |
| 17. Hasil uji BNJ 5% pada nilai angka lempeng total abon ikan rempah..                                              | 60      |
| 18. Perankingan dan skoring metode De Garmo .....                                                                   | 63      |
| 19. Penentuan nilai efektivitas dan nilai produktivitas .....                                                       | 64      |
| 20. Penentuan Perlakuan Terbaik dengan Metode De Garmo .....                                                        | 65      |
| 21. Kandungan kimia abon ikan rempah.....                                                                           | 65      |
| 22. Plot hubungan parameter mutu dengan suhu penyimpanan pada<br>kemasan alumunium foil dengan pemaparan ozon ..... | 91      |

| Tabel                                                                                                                                       | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 23. Plot hubungan parameter mutu dengan suhu penyimpanan pada kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon .....                             | 92      |
| 24. Umur simpan abon ikan rempah berdasarkan ordo 1 pada parameter penurunan mutu di berbagai suhu penyimpanan (30°C, 40°C, dan 50°C) ..... | 95      |
| 25. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter aroma (ordo 1) .....                                                  | 97      |
| 26. Nilai rata-rata pengujian kadar air pada abon ikan rempah .....                                                                         | 113     |
| 27. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian kadar air pada abon ikan rempah .....                                                 | 113     |
| 28. Analisis ragam pengujian kadar air abon ikan rempah .....                                                                               | 114     |
| 29. Uji lanjut BNJ 5% pengujian kadar air abon ikan rempah terhadap faktor variasi teknik pengadukan .....                                  | 114     |
| 30. Uji lanjut BNJ 5% pengujian kadar air abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....                                          | 114     |
| 31. Uji Lanjut BNJ 5% pengujian kadar air abon ikan rempah .....                                                                            | 115     |
| 32. Nilai rata-rata pengujian kadar protein pada abon ikan rempah .....                                                                     | 115     |
| 33. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian kadar protein pada abon ikan rempah .....                                             | 116     |
| 34. Analisis ragam pengujian kadar protein abon ikan rempah .....                                                                           | 116     |
| 35. Uji lanjut BNJ 5% pengujian kadar protein abon ikan rempah terhadap faktor variasi teknik pengadukan .....                              | 117     |
| 36. Uji lanjut BNJ 5% pengujian kadar protein abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....                                      | 117     |
| 37. Uji Lanjut BNJ pengujian kadar protein abon ikan rempah .....                                                                           | 117     |
| 38. Nilai rata-rata pengujian skoring aroma pada abon ikan rempah .....                                                                     | 118     |
| 39. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian skoring aroma pada abon ikan rempah .....                                             | 118     |
| 40. Analisis ragam pengujian skoring aroma pada abon ikan rempah .....                                                                      | 119     |
| 41. Uji lanjut BNJ 5% pengujian skoring aroma abon ikan rempah terhadap faktor teknik pengadukan .....                                      | 119     |
| 42. Uji lanjut BNJ 5% pengujian skoring aroma abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....                                      | 119     |
| 43. Uji Lanjut BNJ pengujian skoring aroma abon ikan rempah .....                                                                           | 120     |

| Tabel                                                                                                            | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 44. Nilai rata-rata pengujian skoring warna pada abon ikan rempah.....                                           | 120     |
| 45. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian skoring warna pada abon ikan rempah .....                  | 120     |
| 46. Analisis ragam pengujian skoring warna abon ikan rempah.....                                                 | 121     |
| 47. Uji lanjut BNJ 5% pengujian skoring warna abon ikan rempah terhadap faktor variasi teknik pengadukan .....   | 121     |
| 48. Uji lanjut BNJ 5% pengujian skoring warna abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....           | 122     |
| 49. Uji Lanjut BNJ pengujian skoring warna abon ikan rempah.....                                                 | 122     |
| 50. Nilai rata-rata pengujian skoring rasa pada abon ikan rempah .....                                           | 123     |
| 51. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian skoring rasa pada abon ikan rempah .....                   | 123     |
| 52. Analisis ragam pengujian skoring rasa abon ikan rempah .....                                                 | 124     |
| 53. Uji lanjut BNJ 5% pengujian skoring rasa abon ikan rempah terhadap faktor variasi teknik pengadukan .....    | 124     |
| 54. Uji lanjut BNJ 5% pengujian skoring rasa abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....            | 124     |
| 55. Uji Lanjut BNJ pengujian skoring rasa abon ikan rempah .....                                                 | 125     |
| 56. Nilai rata-rata pengujian hedonik tekstur pada abon ikan rempah.....                                         | 125     |
| 57. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian hedonik tekstur pada abon ikan rempah.....                 | 125     |
| 58. Analisis ragam pengujian hedonik tekstur pada abon ikan rempah .....                                         | 126     |
| 59. Uji lanjut BNJ 5% pengujian hedonik tekstur abon ikan rempah terhadap faktor variasi teknik pengadukan ..... | 126     |
| 60. Uji lanjut BNJ 5% pengujian hedonik tekstur abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....         | 127     |
| 61. Uji Lanjut BNJ pengujian hedonik tekstur abon ikan rempah.....                                               | 127     |
| 62. Nilai rata-rata pengujian hedonik penerimaan keseluruhan pada abon ikan rempah .....                         | 128     |
| 63. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian hedonik penerimaan keseluruhan pada abon ikan rempah ..... | 128     |
| 64. Analisis ragam pengujian hedonik penerimaan keseluruhan pada abon ikan rempah .....                          | 129     |

| Tabel                                                                                                                                                                                                   | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 65. Uji lanjut BNJ 5% pengujian hedonik penerimaan keseluruhan abon ikan rempah terhadap faktor variasi teknik pengadukan.....                                                                          | 129     |
| 66. Uji lanjut BNJ 5% pengujian hedonik penerimaan keseluruhan abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....                                                                                 | 129     |
| 67. Uji Lanjut BNJ pengujian hedonik penerimaan keseluruhan abon ikan rempah .....                                                                                                                      | 130     |
| 68. Nilai rata-rata pengujian angka lempeng total pada abon ikan rempah .....                                                                                                                           | 130     |
| 69. Uji kehomogenan ragam (Bartlett's test) pengujian angka lempeng total pada abon ikan rempah.....                                                                                                    | 130     |
| 70. Analisis ragam pengujian angka lempeng total pada abon ikan rempah .....                                                                                                                            | 131     |
| 71. Uji lanjut BNJ 5% pengujian angka lempeng total abon ikan rempah terhadap faktor lama penyangraian .....                                                                                            | 131     |
| 72. Uji Lanjut BNJ pengujian angka lempeng total abon ikan rempah .....                                                                                                                                 | 132     |
| 73. Perubahan nilai kadar air (%) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari..                 | 136     |
| 74. Perubahan nilai ln kadar air abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari..                  | 136     |
| 75. Perubahan nilai kadar air (%) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari..                  | 136     |
| 76. Perubahan nilai ln kadar air abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari..                   | 137     |
| 77. Perubahan nilai kadar asam lemak bebas (%) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari..... | 137     |
| 78. Perubahan nilai ln kadar asam lemak bebas abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari ..... | 137     |

| Tabel                                                                                                                                                                                                         | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 79. Perubahan nilai kadar asam lemak bebas (%) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....          | 137     |
| 80. Perubahan nilai ln kadar asam lemak bebas abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....           | 138     |
| 81. Perubahan nilai derajat keasaman (pH) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....              | 138     |
| 82. Perubahan nilai ln derajat keasaman (pH) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....           | 138     |
| 83. Perubahan nilai derajat keasaman (pH) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....               | 138     |
| 84. Perubahan nilai ln derajat keasaman (pH) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....            | 139     |
| 85. Perubahan nilai angka lempeng total (log koloni/g) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari..... | 139     |
| 86. Perubahan nilai ln angka lempeng total abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....             | 139     |
| 87. Perubahan nilai angka lempeng total (log koloni/g) abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....  | 140     |
| 88. Perubahan nilai ln angka lempeng total abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari.....              | 140     |

| Tabel                                                                                                                                                                                    | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 89. Perubahan nilai aroma abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....      | 140     |
| 90. Perubahan nilai ln aroma abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....   | 140     |
| 91. Perubahan nilai aroma abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....       | 141     |
| 92. Perubahan nilai ln aroma abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....    | 141     |
| 93. Perubahan nilai warna abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....      | 141     |
| 94. Perubahan nilai ln warna abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....   | 142     |
| 95. Perubahan nilai warna abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....       | 142     |
| 96. Perubahan nilai ln warna abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....    | 142     |
| 97. Perubahan nilai tekstur abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....    | 142     |
| 98. Perubahan nilai ln tekstur abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari ..... | 143     |
| 99. Perubahan nilai tekstur abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari .....     | 143     |
| 100. Perubahan nilai ln tekstur abon ikan rempah yang dikemas dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon dan disimpan pada suhu 30°C, 40°C, 50°C selama penyimpanan 28 hari ..... | 143     |
| 101. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar air (ordo 1) .....                                                                                          | 145     |

| Tabel                                                                                                        | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 102. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar air (ordo 1) .....              | 147     |
| 103. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar asam lemak bebas (ordo 1) ..... | 149     |
| 104. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar asam lemak bebas (ordo 1) ..... | 152     |
| 105. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter pH (ordo 1) .....                     | 154     |
| 106. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter pH (ordo 1) .....                     | 156     |
| 107. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter ALT (ordo 1) .....                    | 159     |
| 108. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter ALT (ordo 1) .....                    | 161     |
| 109. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter aroma (ordo 1) .....                  | 163     |
| 110. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter warna (ordo 1).....                   | 166     |
| 111. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter warna (ordo 1).....                   | 168     |
| 112. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter tekstur (ordo 1) .....                | 170     |
| 113. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter tekstur (ordo 1) .....                | 173     |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Diagram alir kerangka pikir penelitian .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7       |
| 2. Ikan nila ranau.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9       |
| 3. Abon ikan rempah .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10      |
| 4. Alat sterilisasi ozon pada pengemasan abon ikan rempah .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 15      |
| 5. Variasi teknik pegadukan abon ikan rempah, alat pengaduk konvensional (a); mesin pengaduk (b) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 21      |
| 6. Diagram alir pembuatan abon ikan rempah. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 25      |
| 7. Diagram alir pelaksanaan pendugaan umur simpan abon ikan rempah                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 26      |
| 8. Regresi linear parameter mutu abon ikan rempah.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 37      |
| 9. Regresi linear parameter mutu abon ikan rempah.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 37      |
| 10. Hubungan antara nilai $1/T$ dengan $\ln k$ dalam .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 38      |
| 11. Penampilan warna pada abon ikan rempah dengan berbagai mesin pengaduk dan lama penyangraian (a) M1S1 (konvensional, 60 menit); (b) M1S2 (konvensional, 75 menit); (c) M1S3 (konvensional, 90 menit); (d) M1S4 (konvensional, 105 menit); (e) M1S5 (konvensional, 120 menit); (f) M2S1 (mesin, 60 menit); (g) M2S2 (mesin, 75 menit); (h) M2S3 (mesin, 90 menit); (i) M2S4 (mesin, 105 menit); (j) M2S5 (mesin, 120 menit)..... | 49      |
| 12. Bentuk kemasan alumunium foil .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 66      |
| 13. Abon ikan rempah dengan dan tanpa pemaparan ozon.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 67      |
| 14. Abon ikan rempah selama penyimpanan 28 hari dengan 2 kali ulangan, tanpa pemaparan ozon (a); pemaparan ozon (b) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 67      |
| 15. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar air abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 68      |

| Gambar                                                                                                                                                                      | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 16. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar air abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....               | 69      |
| 17. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar asam lemak bebas abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C ..... | 71      |
| 18. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar asam lemak bebas abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....  | 71      |
| 19. Hubungan antara lama penyimpanan dengan derajat keasaman (pH) abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....  | 74      |
| 20. Hubungan antara lama penyimpanan dengan derajat keasaman (pH) abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....   | 74      |
| 21. Hubungan antara lama penyimpanan dengan angka lempeng total abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C.....     | 77      |
| 22. Hubungan antara lama penyimpanan dengan angka lempeng total abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C.....      | 77      |
| 23. Hubungan antara lama penyimpanan dengan aroma abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....                  | 81      |
| 24. Hubungan antara lama penyimpanan dengan aroma abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....                   | 81      |
| 25. Hubungan antara lama penyimpanan dengan warna abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....                  | 85      |
| 26. Hubungan antara lama penyimpanan dengan warna abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....                   | 85      |
| 27. Hubungan antara lama penyimpanan dengan tekstur abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C .....                | 88      |

| Gambar                                                                                                                                                    | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 28. Hubungan antara lama penyimpanan dengan tekstur abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C ..... | 88      |
| 29. Regresi linear nilai mutu aroma abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon (ordo 1).....                                         | 96      |
| 30. Hubungan antara ln k aroma dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa paparan ozon (ordo 1) .....                                 | 97      |
| 31. Pemilihan ikan nila ranau .....                                                                                                                       | 133     |
| 32. Penimbangan ikan .....                                                                                                                                | 133     |
| 33. Penyiangan ikan .....                                                                                                                                 | 133     |
| 34. Pencucian dan pembersihan ikan .....                                                                                                                  | 133     |
| 35. Penimbangan ikan bersih .....                                                                                                                         | 133     |
| 36. Penyiapan rendaman garam, air, jeruk .....                                                                                                            | 133     |
| 37. Perendaman ikan (15 menit) .....                                                                                                                      | 133     |
| 38. Pengukusan ikan (15 menit).....                                                                                                                       | 133     |
| 39. Penimbangan ikan .....                                                                                                                                | 133     |
| 40. Pemisahan duri-duri ikan .....                                                                                                                        | 133     |
| 41. Penimbangan daging ikan .....                                                                                                                         | 133     |
| 42. Penimbangan sisa tulang ikan .....                                                                                                                    | 133     |
| 43. Penyiapan bahan rempah-rempah .....                                                                                                                   | 134     |
| 44. Pemplenderan rempah-rempah.....                                                                                                                       | 134     |
| 45. Pencampuran semua bahan .....                                                                                                                         | 134     |
| 46. Penyangraian abon dengan mesin .....                                                                                                                  | 134     |
| 47. Penyangraian pengaduk konvensional .....                                                                                                              | 134     |
| 48. Penimbangan abon matang .....                                                                                                                         | 134     |
| 49. Pendinginan abon setelah masang.....                                                                                                                  | 134     |
| 50. Pengemasan abon .....                                                                                                                                 | 134     |
| 51. Penyimpanan abon .....                                                                                                                                | 134     |
| 52. Hasil uji kadar air .....                                                                                                                             | 134     |
| 53. Titrasi uji protein .....                                                                                                                             | 134     |

| Gambar                                                                                                                                             | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 54. Titrasi uji protein.....                                                                                                                       | 134     |
| 55. Penyajian abon untuk uji sensori .....                                                                                                         | 135     |
| 56. Penyajian abon ke panelis uji sensori.....                                                                                                     | 135     |
| 57. Proses pengujian angka lempeng total .....                                                                                                     | 135     |
| 58. Proses inkubasi angka lempeng total .....                                                                                                      | 135     |
| 59. Pembacaan hasil ALT (48 jam) .....                                                                                                             | 135     |
| 60. Regresi linear nilai kadar air abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1).....                                | 144     |
| 61. Hubungan antara $\ln k$ kadar air dengan $1/T$ abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) .....              | 145     |
| 62. Regresi linear nilai kadar air abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....                                 | 146     |
| 63. Hubungan antara $\ln k$ kadar air dengan $1/T$ abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....                | 147     |
| 64. Regresi linear nilai kadar asam lemak bebas abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) .....                  | 149     |
| 65. Hubungan antara $\ln k$ kadar asam lemak bebas dengan $1/T$ abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) ..... | 150     |
| 66. Regresi linear nilai mutu kadar asam lemak bebas abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....               | 151     |
| 67. Hubungan antara $\ln k$ kadar asam lemak bebas dengan $1/T$ abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1) .....  | 152     |
| 68. Regresi linear nilai pH abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1).....                                       | 153     |
| 69. Hubungan antara $\ln k$ pH dengan $1/T$ abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) .....                     | 154     |
| 70. Regresi linear nilai mutu pH abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....                                   | 156     |
| 71. Hubungan antara $\ln k$ pH dengan $1/T$ abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....                       | 157     |

| Gambar                                                                                                                         | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 72. Regresi linear nilai ALT abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1).....                  | 158     |
| 73. Hubungan antara ln k ALT dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) .....     | 159     |
| 74. Regresi linear nilai mutu ALT abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....              | 160     |
| 75. Hubungan antara ln k ALT dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1) .....      | 161     |
| 76. Regresi linear nilai mutu aroma abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1).....           | 163     |
| 77. Hubungan antara ln k aroma dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) .....   | 164     |
| 78. Regresi linear nilai mutu warna abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1).....           | 165     |
| 79. Hubungan antara ln k warna dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) .....   | 166     |
| 80. Regresi linear nilai mutu warna abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....            | 167     |
| 81. Hubungan antara ln k warna dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1) .....    | 168     |
| 82. Regresi linear nilai mutu tekstur abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1).....         | 170     |
| 83. Hubungan antara ln k tekstur dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon (ordo 1) ..... | 171     |
| 84. Regresi linear nilai mutu tekstur abon ikan rempah pada kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1).....          | 172     |
| 85. Hubungan antara ln k tekstur dengan 1/T abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon (ordo 1) .....  | 173     |
| 86. Pengukusan nila ranau.....                                                                                                 | 175     |
| 87. Ikan suwir nila ranau.....                                                                                                 | 175     |
| 88. Pemasakan abon dengan mesin.....                                                                                           | 175     |
| 89. Abon ikan rempah.....                                                                                                      | 175     |
| 90. Pendinginan abon ikan rempah .....                                                                                         | 175     |

| Gambar                                      | Halaman |
|---------------------------------------------|---------|
| 91. Peng-ozon-an kemasan abon.....          | 175     |
| 92. Peng-ozon-an abon ikan rempah.....      | 175     |
| 93. Peng-ozon-an abon sebelum di seal ..... | 175     |
| 94. Seal kemasan abon ikan .....            | 175     |
| 95. Penyimpanan suhu 30°C .....             | 175     |
| 96. Penyimpanan suhu 40°C .....             | 175     |
| 97. Penyimpanan suhu 50°C .....             | 175     |
| 98. Pengujian ALB.....                      | 176     |
| 99. Pengujian ALB (titrasi) .....           | 176     |
| 100. Pengujian ALB (pH titrasi) .....       | 176     |
| 101. Penuangan PCA uji ALT .....            | 176     |
| 102. Pengujian ALT.....                     | 176     |
| 103. Inkubasi ALT .....                     | 176     |
| 104. Pengujian pH.....                      | 176     |
| 105. Pengujian kadar air.....               | 176     |
| 106. Pengujian sensori .....                | 176     |

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang dan Masalah**

Provinsi Lampung menjadi salah satu sentra produksi ikan air tawar di Indonesia. Salah satu wilayah yang memiliki komoditas unggulan ikan air tawar adalah kawasan Danau Ranau yang dikenal dengan ikan nila ranau sebagai komoditas khas daerah tersebut. Ikan nila ranau memiliki karakteristik unggul dibandingkan dengan jenis nila lainnya, ditandai dengan nilai sensori lebih tinggi, ukuran tubuh yang lebih besar, serta tekstur daging yang lebih tebal, padat, dan tidak berbau lumpur (Wibowo dkk., 2021). Berdasarkan data Laporan Kinerja Instansi Pemerintah LKIP (2023), produksi ikan nila di Danau Ranau selalu menjadi yang terbanyak dibandingkan jenis ikan lainnya. Diketahui, jumlah produksi ikan nila pada tahun 2017 sebanyak 3.918 ton, tahun 2018 sebanyak 7.099 ton, tahun 2019 sebanyak 7.565 ton, tahun 2020 sebanyak 7.161 ton, tahun 2021 sebanyak 8.431 ton, dan tahun 2022 sebanyak 7.269 ton. Keberlimpahan ikan nila saat panen raya tersebut menimbulkan tantangan dalam penanganan pascapanen, terutama karena ikan merupakan bahan pangan yang mudah mengalami pembusukan. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi pengolahan yang tepat guna meningkatkan nilai tambah serta memperpanjang masa simpan komoditas tersebut.

Beberapa metode pengolahan ikan dapat diterapkan untuk meningkatkan daya simpan produk ikan, seperti pengolahan keripik ikan, ikan asap, ikan asin, dan abon ikan. Abon ikan merupakan produk olahan berbentuk serat-serat kering yang kaya akan rempah. Selain meningkatkan cita rasa, rempah juga berperan dalam memperpanjang umur simpan produk (Wangsa dkk., 2021). Salah satu inovasi yang dikembangkan dalam pengolahan abon ikan berbahan dasar ikan nila ranau adalah abon ikan rempah. Berdasarkan penelitian Sartika dkk (2024), inovasi abon ikan rempah yang telah diuji secara sensori menunjukkan bahwa abon disukai oleh

panelis karena memiliki tekstur yang halus, aroma sangat khas abon ikan rempah, warna coklat kekuningan, dan rasa sangat khas abon ikan rempah. Selain itu, dibandingkan dengan produk abon yang beredar di pasaran, abon ikan rempah memiliki keunggulan berupa kaya akan rempah, berbahan dasar ikan nila ranau, diolah tanpa menggunakan minyak, dan menggunakan penyedap alami. Produk abon ikan cocok dikonsumsi oleh berbagai kalangan, terutama dalam mendukung pertumbuhan, karena kandungan gizinya yang tinggi, seperti protein, asam lemak esensial, dan kadar kolesterol yang rendah. Dengan karakteristik tersebut, abon ikan rempah memiliki potensi besar sebagai produk unggulan daerah dan oleh-oleh khas dari Provinsi Lampung.

Meskipun abon ikan rempah memiliki potensi yang menjanjikan, masih ditemukan masalah terutama pada proses penyangraian. Pada pembuatan abon ikan rempah, proses penyangraian yang dilaksanakan belum memiliki kepastian dalam penentuan lama penyangraian dan dilakukan secara tradisional atau manual. Padahal, proses penyangraian perlu dipertimbangkan dengan baik karena menjadi tahapan akhir dalam pembuatan abon yang berperan sebagai penentu karakteristik yang khas pada produk. Proses penyangraian abon ikan rempah berpotensi menghasilkan produk yang kurang optimal, terutama dalam skala besar. Pekerja lebih rentan mengalami kelelahan, sementara risiko kontaminasi selama pengadukan serta ketidakseimbangan distribusi panas juga meningkat (Ariyanti dkk., 2017; Alit dkk., 2019). Selain itu, faktor lama penyangraian juga sangat penting untuk ditentukan agar didapati waktu terbaik dalam menghasilkan abon dengan karakteristik yang sesuai dan konsisten. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan yang lebih sistematis dalam proses penyangraian, misalnya dengan menggunakan variasi teknik pengadukan seperti mesin pengaduk atau pengaduk konvensional dengan variasi lama penyangraian yang terstandarisasi hingga didapati hasil terbaik berdasarkan pengujian kimiawi, mikrobiologi, dan sensori.

Selain optimalisasi proses penyangraian, strategi lain untuk menjaga kandungan gizi dan masa simpan abon ikan rempah adalah penerapan teknik sterilisasi ozon. Berdasarkan informasi Harjanti dkk (2021), diketahui bahwa lama proses ozonisasi dapat digunakan untuk menurunkan aktivitas mikrobiologi produk. Dalam

membuktikan efektivitas teknik sterilisasi untuk menjaga mutu dan daya simpan abon ikan rempah, maka diperlukan pengujian umur simpan. Penentuan umur simpan produk menjadi aspek penting dalam menjamin mutu abon ikan rempah. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan umur simpan adalah *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius yang mempercepat estimasi masa simpan melalui perbedaan suhu penyimpanan. Metode ini terbukti memiliki akurasi tinggi, terutama dalam menganalisis stabilitas produk pangan yang rentan terhadap perubahan kimiawi (Asiah dkk., 2018). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi teknik pengadukan dan variasi lama penyangraian terhadap mutu abon ikan rempah, serta mengetahui umur simpan produk dengan menggunakan metode ASLT.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh teknik pengadukan (mesin pengaduk dan pengaduk konvensional), lama penyangraian (60, 75, 90, 105, 120 menit), dan interaksi keduanya terhadap karakterisasi komponen kimiawi, mikrobiologi, dan sensori abon ikan rempah.
2. Menentukan perlakuan terbaik pada berbagai teknik pengadukan dan lama penyangraian terhadap karakteristik kimiawi, mikrobiologi, dan sensori abon ikan rempah menggunakan metode De Garmo.
3. Menentukan umur simpan abon ikan rempah pada berbagai teknik sterilisasi menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Keberlimpahan ikan nila ranau saat panen raya di Provinsi Lampung, terutama di Kabupaten Lampung Barat, menimbulkan tantangan dalam penanganan pascapanen karena ikan mudah mengalami pembusukan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah diversifikasi produk berbasis ikan nila ranau untuk meningkatkan nilai tambah dan memperpanjang umur simpan, seperti inovasi abon

ikan rempah. Abon ikan rempah merupakan produk olahan berbasis ikan nila ranau yang dikombinasikan dengan multi rempah sebagai sumber cita rasa, aroma, serta pengawet alami. Penelitian ini mengacu pada informasi Sartika dkk (2024), mengenai inovasi proses pembuatan abon ikan rempah. Namun, dalam proses produksinya, abon ikan rempah masih menghadapi kendala, terutama pada tahap penyangraian. Hingga saat ini, proses penyangraian masih dilakukan secara manual tanpa standar waktu yang jelas, sehingga berisiko menyebabkan ketidakseimbangan distribusi panas, kontaminasi, serta kelelahan pekerja dalam skala produksi besar. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan pertimbangan dalam proses penyangraian dengan variasi teknik pengadukan dan lama penyangraian yang terstandarisasi untuk memperoleh abon ikan rempah dengan mutu yang optimal.

Proses penyangraian perlu dipertimbangkan, seperti menggunakan pengaduk atau pengaduk konvensional dengan penentuan variasi lama penyangraian. Pada proses penyangraian, faktor yang mempengaruhi karakteristik hasil akhir produk adalah suhu dan lama penyangraian. Penentuan suhu dan lama penyangraian didasari atas informasi Sinambela dkk (2020), bahwa penyangraian abon ikan todak pada suhu 80°C - 90°C selama 25 menit telah menghasilkan nilai sensori yang baik namun masih memiliki kadar air yang tinggi dari standar SNI 7690:2019 terkait abon ikan. Berdasarkan informasi tersebut dan telah dilakukan *trial error*, maka penyangraian pada abon ikan rempah dilakukan pada suhu 80°C-100°C dengan lama penyangraian sekitar 60, 75, 90, 105, dan 120 menit untuk didapati hasil terbaik. Setelah mengkombinasikan perlakuan teknik pengadukan dan variasi lama penyangraian, maka perlu dilakukan pengujian terkait komponen kimiawi (kadar air, kadar protein), mikrobiologi (uji angka lempeng total), dan sensori (tekstur, aroma, warna, rasa, penerimaan keseluruhan) untuk mengetahui mana yang mampu menghasilkan produk terbaik sesuai standar. Hasil perlakuan terbaik kemudian dilanjutkan untuk pendugaan umur simpan produk.

Sebelum proses pendugaan umur simpan, untuk meminimalisir penurunan mutu produk dan memperpanjang daya simpan juga perlu diberi perlakuan teknik sterilisasi. Teknik sterilisasi yang diberikan berupa perlakuan antara paparan

ozon dan tanpa pemaparan ozon. Prinsip kerja pemaparan gas ozon ( $O_3$ ) adalah menghembuskan udara yang mengandung ozon sehingga kontak langsung pada permukaan bahan (Hartoyo dkk., 2022). Lamanya pemaparan ini dilakukan berdasarkan informasi Harjanti dkk (2021), pemaparan selama 10 menit menghasilkan perubahan kandungan mikrobiologi pada bahan hasil pertanian. Setelah proses tersebut, produk dikemas pada kemasan aluminium foil sebagai wadah penyimpanan produk selama pengujian.

Umur simpan berkaitan dengan rentang waktu produk saat mulai dikemas sampai produk digunakan, dimana produk dalam kondisi yang baik dan masih memenuhi syarat. Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan mengamati produk selama masa penyimpanan pada selang waktu tertentu hingga terjadi penurunan mutu. Hal tersebut dapat dijadikan informasi untuk melakukan perhitungan umur simpan produk. Penentuan umur simpan pada produk pangan dapat dilakukan menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius (Asiah dkk., 2018).

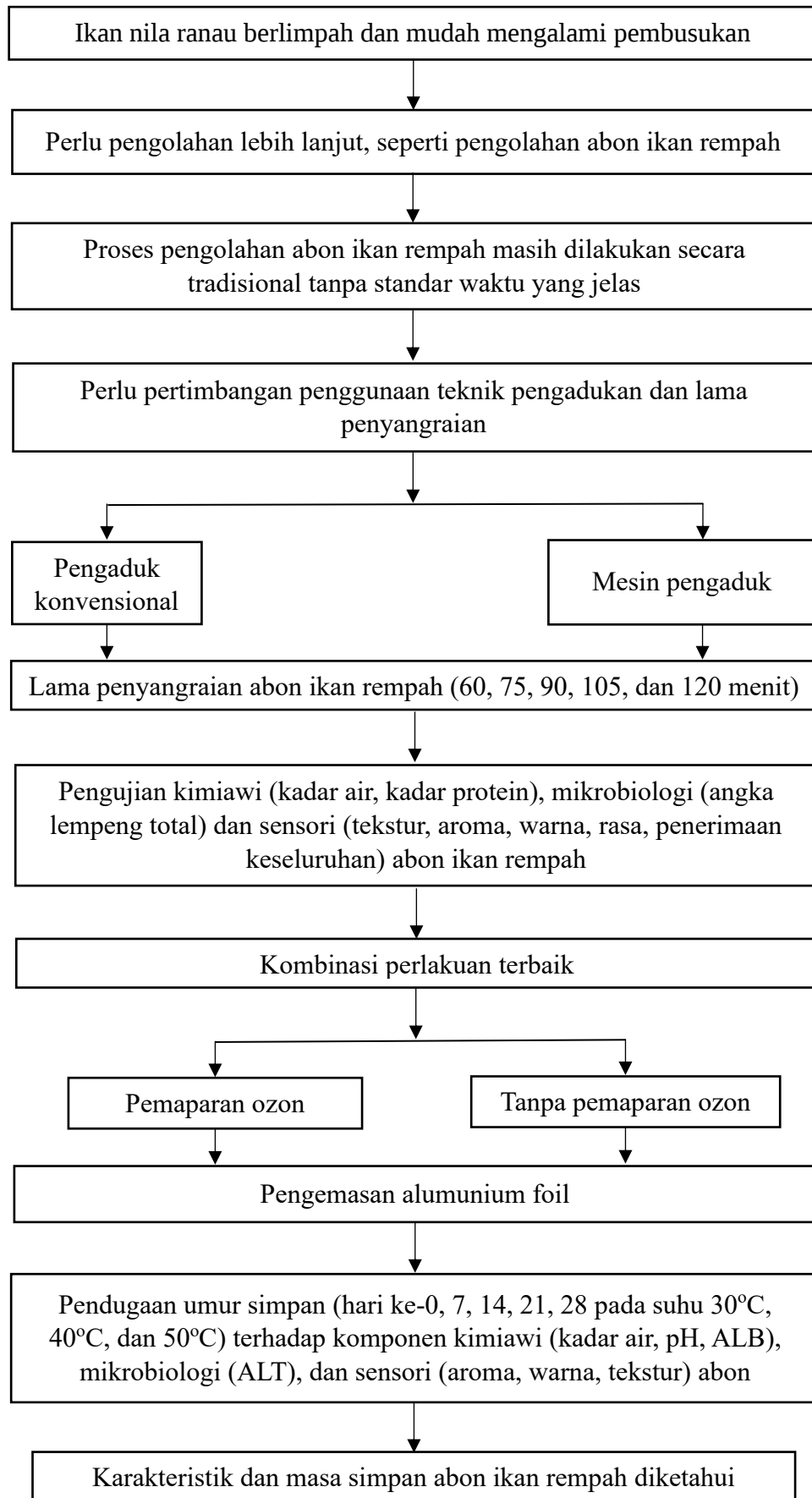
Penggunaan metode ASLT pendekatan arrhenius telah umum diimplementasikan untuk mengetahui umur simpan dari beberapa produk abon ikan, seperti abon ikan cakalang selama 222 hari (Sujuliyani dkk., 2021), abon ikan tongkol asap selama 77 hari (Sugiarto dkk., 2015), dan abon ikan tongkol selama 113 hari (Saragih dkk., 2019). Penggunaan metode ASLT Arrhenius lebih optimal digunakan dalam mengetahui umur simpan produk abon ikan dibandingkan dengan metode konvensional. Hal tersebut didasari bahwa pendugaan umur simpan ASLT Arrhenius memang diperuntukan bagi produk yang memiliki masa kedaluwarsa lebih dari 3 (tiga) bulan. Sementara itu, pemilihan metode konvensional umumnya digunakan untuk produk yang mempunyai masa kedaluwarsa kurang dari 3 (tiga) bulan. Apabila menggunakan metode konvensional untuk produk dengan masa kedaluwarsa yang lama, tentu pelaksanaannya memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak serta mahal (Herawati, 2008). Oleh karena itu, pendugaan umur simpan pada abon ikan rempah ini dilakukan menggunakan metode ASLT pendekatan arrhenius dengan membuat suatu kondisi lingkungan sehingga mempercepat proses penurunan mutu produk.

Pengujian umur simpan abon ikan rempah dilakukan berdasarkan parameter uji kimiawi (kadar air, kadar asam lemak bebas, pH), uji mikrobiologi (angka lempeng total), dan uji sensori (aroma, warna, tekstur) pada produk yang disimpan di kemasan alumunium foil. Selanjutnya, penyimpanan akan dilakukan selama 28 hari dan setiap 7 hari sekali dilakukan pengamatan (hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28). Sementara itu, suhu penyimpanan pada pendugaan umur simpan abon ikan rempah akan dilakukan di 3 suhu yang berbeda, yaitu 30°C, 40°C, dan 50°C. Penggunaan 3 suhu penyimpanan yang berbeda dimaksudkan untuk mendapatkan korelasi yang tepat (Asiah dkk., 2018). Dengan begitu, diharapkan hasil penelitian ini mampu menjadi informasi untuk mengetahui mutu serta umur simpan terbaik bagi produk baru tersebut. Kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah

1. Diketahui pengaruh teknik pengadukan (mesin pengaduk dan pengaduk konvensional), lama penyangraian (60, 75, 90, 105, 120 menit), dan interaksi keduanya terhadap karakterisasi komponen kimiawi, mikrobiologi, dan sensori abon ikan rempah.
2. Didapatkan perlakuan terbaik teknik pengadukan dan lama penyangraian terhadap karakteristik kimiawi, mikrobiologi, dan sensori abon ikan rempah menggunakan metode De Garmo.
3. Ditemukan umur simpan abon ikan rempah pada berbagai teknik sterilisasi menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius



Gambar 1. Diagram alir kerangka pikir penelitian

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Ikan Nila**

Ikan merupakan salah satu hewan air yang banyak dimanfaatkan pada bahan pangan karena berprotein tinggi dan mudah dicerna. Ikan juga mengandung banyak asam amino esensial, asam lemak esensial (omega 3 dan omega 6) yang bermanfaat bagi tubuh. Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan budidaya air tawar yang mempunyai potensi cukup baik untuk dikembangkan. Ikan nila banyak digemari oleh masyarakat karena dagingnya cukup tebal dan rasanya gurih, kandungan proteinnya tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai sumber protein. Ikan nila memiliki kandungan gizi yang lebih baik bila dibandingkan dengan ikan air tawar yang lain seperti ikan lele (Mutia dkk., 2018). Ikan nila diketahui mengandung protein sebesar 43,76%, lemak 7,01%, dan air 4,28% per 100 g berat ikan (Saputra dkk., 2020).

Morfologi dari ikan nila yaitu memiliki bentuk tubuh yang pipih ke arah vertikal dengan profil empat persegi panjang ke arah posterior. Posisi mulut terletak di ujung hidung (terminal). Pada sirip ekor tampak jelas garis-garis vertikal dan pada sirip punggungnya garis tersebut kelihatan condong letaknya. Ciri khas ikan nila adalah garis-garis vertikal berwarna hitam pada sirip ekor, punggung dan dubur. Pada bagian sirip caudal (ekor) dengan bentuk setengah membulat terdapat warna kemerahan dan bisa digunakan sebagai indikasi kematangan gonad. Pada rahang terdapat bercak kehitaman. Sisik ikan nila adalah tipe ctenoid (gerigi-gerigi kecil). Ikan nila juga ditandai dengan jari-jari dorsal yang keras, begitu pun bagian analnya. Dengan posisi sirip anal di belakang sirip dada (abdorminal) (Mutia dkk., 2018).

Berikut dapat dilihat klasifikasi dari ikan nila berdasarkan informasi Arfiati dkk (2021) dapat dilihat sebagai berikut.

Kelas : Osteichthyes  
 Sub-kelas : Acanthoptherigii  
 Ordo : Percomorphis  
 Sub-ordo : Percoidea  
 Famili : Cichlidae  
 Genus : *Oreochromis*  
 Spesies : *Oreochromis Niloticus*

Ikan yang digunakan pada penelitian ini berjenis ikan nila ranau. Ikan nila ranau merupakan ikan yang dibudayakan langsung di Danau Ranau. Ikan nila jenis ini memiliki keunggulan dari segi sensori dibandingkan dengan ikan nila jenis lainnya. Oleh karena itu, pengolahan lebih lanjut pada ikan nila ranau sangat berpotensi. Adapun ketampakan ikan nila ranau dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ikan nila ranau  
 Sumber: Dokumentasi pribadi

## 2.2 Abon Ikan

Abon merupakan salah satu makanan olahan dari daging yang mempunyai cita rasa yang khas karena pada proses pengolahan ditambahkan rempah-rempah pilihan sebagai bumbu penyedapnya. Bahan pembuatan abon terdiri atas bahan baku (daging) dan bahan tambahan (penyedap). Proses pengolahan abon dapat dilakukan dengan cara direbus, disuwir-suwir, dan dibumbui kemudian disangrai hingga kering. Karakteristik abon secara umum adalah berwarna cokelat keemasan, berserat, memiliki bau yang khas dan kering sehingga memiliki umur simpan yang

panjang. Abon disebut dengan makanan pendamping yang dapat dikonsumsi dengan menggunakan nasi, mie, dan lain-lain (Mirratunnisya dkk., 2021).

Abon termasuk makanan yang dapat terbuat dari berbagai macam daging, seperti daging sapi, kerbau, ayam, atau ikan yang disuwir-suwir. Abon ikan adalah salah satu bentuk olahan hasil perikanan yang dibuat dari daging ikan menjadi sebuah produk melalui kombinasi proses. Mutu produk olahan abon ikan dipengaruhi oleh mutu bahan mentah, cara pengolahannya dan nilai gizi yang dikandungnya (Renol dkk., 2020). Salah satu inovasi pembuatan abon ikan adalah abon ikan rempah. Adapun gambaran abon ikan rempah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Abon ikan rempah  
Sumber: Sartika dkk. (2024)

Selanjutnya, berikut syarat mutu abon ikan berdasarkan SNI 7690: 2019 dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 1. Syarat mutu abon ikan (SNI 7690:2019)

| Parameter uji               | Satuan   | Persyaratan |   |                 |                 |
|-----------------------------|----------|-------------|---|-----------------|-----------------|
| a. Sensori                  | angka    | Min. 7*     |   |                 |                 |
| b. Kimia                    |          |             |   |                 |                 |
| - Kadar protein             | %        | Min. 30     |   |                 |                 |
| - Kadar air                 | %        | Maks. 15    |   |                 |                 |
| c. Cemaran mikroba          |          | n           | c | m               | M               |
| - ALT (Angka Lempeng Total) | koloni/g | 5           | 2 | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> |
| - Escherichia coli          | APM/g    | 5           | 1 | <3              | 3,6             |
| - Salmonella                | per 25 g | 5           | 0 | Negatif         | Td              |
| - Staphylococcus aureus     | koloni/g | 5           | 1 | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>3</sup> |
| d. Cemaran logam            |          |             |   |                 |                 |
| - Merkuri (Hg)              | mg/kg    | Maks. 0,5   |   |                 |                 |
| - Timbal (Pb)               | mg/kg    | Maks. 0,2   |   |                 |                 |
| - Kadmium (Cd)              | mg/kg    | Maks. 0,1   |   |                 |                 |
| e. Cemaran fisik            |          |             |   |                 |                 |
| - Filth                     | potongan | 0           |   |                 |                 |
| f. Histamin                 | mg/kg    | Maks. 100   |   |                 |                 |

Sumber: Standar Nasional Indonesia (2019).

Keterangan:

APM: Angka Paling Mungkin

n : Jumlah contoh yang diuji

c : Jumlah contoh yang diperbolehkan berada pada nilai marginal (antara m dan M sesuai parameter uji)

m : nilai hasil uji minimal pada nilai marginal (sesuai parameter uji)

M : nilai hasil uji maksimal pada nilai marginal (sesuai parameter uji)

Td : Tidak diberlakukan

Maks. : Maksimum

Min. : Minimum

### 2.3 Macam-Macam Pengaduk

Perkembangan teknologi mesin dan alat industri yang semakin meningkat akan mendorong semua industri agar mengadopsi teknologi tersebut untuk menghasilkan produk. Mesin merupakan suatu peralatan yang digerakkan oleh suatu kekuatan atau tenaga. Secara umum, manfaat penggunaan mesin dan alat dalam proses produksi adalah membantu manusia dalam menghasilkan produk, setiap mesin atau peralatan diharapkan mampu beroperasi dengan baik secara maksimal (Jasasila, 2017). Pada proses pembuatan abon ikan rempah, penggunaan peralatan pengaduk dapat berupa alat pengaduk konvensional dan mesin pengaduk. Pada dasarnya, mengaduk adalah salah satu cara untuk mencampur suatu zat atau bahan.

### 2.3.1 Alat pengaduk konvensional

Alat pengaduk konvensional merupakan sebuah peralatan yang digunakan untuk mencampur bahan-bahan dengan bantuan tenaga manusia. Pembuatan abon ikan rempah menggunakan alat tradisional, seperti menggunakan tungku dan alat pengaduk berupa sodet. Alat kerja seperti itu akan berpengaruh terhadap waktu pengolahan dan cara kerja, yaitu cepat kelelahan yang berdampak pada gerakan tubuh semakin lambat (Alit dkk., 2019).

Adapun spesifikasi alat yang digunakan adalah wajan stainless steel (*food grade*) dengan diameter 40 cm. Wajan penggorengan tebal dan anti-lengket, cocok untuk memasak abon ikan. Selain itu, untuk memasak abon juga memerlukan pengaduk berupa sodet. Sodet kitchen stainless dengan design elegan dan *high quality* dapat mempermudah proses memasak karena peralatan ini memiliki desain ergonomis sehingga lebih nyaman saat digengam, anti-karat, dan tahan segala suhu dari  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $+230^{\circ}\text{C}$ . Sodet ini memiliki tebal 1 mm, panjang 40 cm, lebar 10 cm, dan berat 190 gram.

### 2.3.2 Mesin pengaduk

Mesin pengaduk adalah sebuah mesin yang dibuat untuk membantu atau mempermudah pekerjaan mengaduk bahan-bahan utama dan tambahan hingga menjadi produk yang diinginkan. Penggunaan mesin pengaduk diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses serta tidak mengurangi rasa dan kenikmatan dari proses penyangraian secara konvensional. Suatu mesin pengaduk diusahakan menghasilkan pengadukan sebaik mungkin dengan pemakaian daya yang sekecil mungkin (Harsito dkk., 2022). Dengan begitu, adapun tujuan dalam perancangan pengaduk adalah mendapatkan mesin pengaduk yang dapat melakukan pencampuran produk secara efisien dengan kualitas homogenisasi tinggi pada kecepatan putaran pengaduk yang konstan, serta dengan konsumsi daya yang tidak terlalu tinggi untuk mengaduk abon hingga matang. Pada pembuatan abon ikan rempah, dapat dilakukan dengan menggunakan tipe mesin pengaduk dengan posisi sudut vertikal dan satu baling pengaduk

Pada mesin pengaduk, posisi pengaduk yang digunakan adalah tipe vertikal. Mesin tipe vertikal merupakan mesin penyampur bahan yang menggerakkan bahan secara merata mengikuti bentuk wadah. Adapun kelebihan dari mesin vertikal adalah mampu mencampur bahan dengan cepat dan homogen karena gerak vertikalnya ke seluruh area wadah memungkinkan bahan tercampur merata serta mesin vertikal lebih mempermudah proses pengontrolan sehingga mencapai pencampuran yang diinginkan (Taufikurahman, 2020). Selanjutnya, terkait jenis pengaduk yang digunakan pada mesin vertikal adalah tipe pengaduk dayung (*paddle*). *Paddle* merupakan pengaduk yang efektif karena dapat dilihat dari pola aliran yang ditimbulkan akibat gerakan paddle ke seluruh bagian sehingga produk akan bergerak acak dan menghasilkan homogenitas yang tinggi (Amru dkk., 2015).

Adapun spesifikasi mesin pengaduk yang digunakan dalam pembuatan abon ikan rempah dapat dilihat sebagai berikut.

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| Kapasitas memasak     | : 5 kg                       |
| Bahan rangka          | : Besi plat                  |
| Bahan pedal           | : Stainless steel            |
| Bahan wajan           | : Stainless steel            |
| Dimensi wajan         | : 60 cm                      |
| Dimensi rangka        | : P. 80cm ; L.70cm ; T. 85cm |
| Daya listrik (dinamo) | : 450 watt                   |
| Pulley V belt         | : 3 inch                     |
| Kecepatan pemutaran   | : 23 rpm (konversi dinamo)   |
| Pemanas               | : Kompor gas LPG (1 tungku)  |

## 2.4 Penyangraian

Penyangraian adalah metode dalam mengembangkan sifat sensori spesifik (tekstur, rasa, aroma, dan warna). Namun demikian, proses ini sangat kompleks, karena jumlah panas yang dipindahkan ke bahan sangat penting. Selama penyangraian, hilangnya kelembaban serta perubahan besar (warna, volume, bentuk, komponen volatil) terjadi dan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Penyangraian dalam proses pemasakan mempunyai keuntungan, yaitu produknya tidak mengandung minyak goreng,

sehingga tidak mudah tengik dan mengurangi ketergantungan terhadap penggorengan menggunakan minyak goreng (Nafsiyah dkk., 2023).

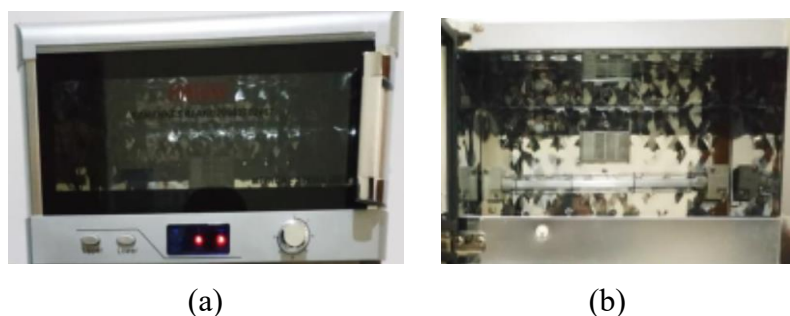
Pada proses penyangraian, perpindahan panas terjadi baik tanpa media ataupun menggunakan media seperti pasir. Penyangraian juga sering disebut sebagai proses menggoreng bahan tanpa menggunakan minyak. Waktu yang digunakan dalam proses penyangraian tergantung pada jenis bahan yang disangrai. Pada proses penyangraian, variasi suhu dan waktu yang digunakan menyebabkan perbedaan aroma, cita rasa, dan warna yang terbentuk (Jamaluddin, 2018). Pengolahan bahan pangan dengan cara penyangraian dapat dilakukan baik secara manual maupun menggunakan mesin. Penyangraian secara manual dilakukan dengan menggunakan wajan, baik yang terbuat dari stainless steel maupun yang terbentuk dari tanah liat. Proses penyangraian dengan menggunakan wajan yaitu terjadi perpindahan panas dari permukaan pemanas ke dalam bahan. Panas yang masuk ke bahan menyebabkan perubahan suhu dalam bahan. Panas yang menyebabkan perubahan suhu tersebut disebut dengan panas *sensible*. Kondisi ini akan berakhir ketika keadaan mulai jenuh yaitu bila suhu bahan semakin meningkat sampai mendekati suhu penyangraian. Keadaan seperti ini diakibatkan oleh adanya panas laten penguapan yang menyebabkan terjadinya proses perubahan massa air yang terkandung dalam bahan (Jamaluddin, 2018).

## 2.5 Pemaparan Ozon

Ozon ( $O_3$ ) merupakan gas tidak stabil dan mudah terdekomposisi menjadi oksigen. Ozon dibentuk dengan masukan energi tinggi yang memecah molekul oksigen ( $O_2$ ). Molekul oksigen tunggal ( $O$ ) secara cepat bergabung dengan  $O_2$  yang tersedia membentuk ozon ( $O_3$ ) yang sangat reaktif. Pemanfaatan teknologi ozonisasi sangat menguntungkan dan potensial untuk dikembangkan karena murah (*low cost*), mudah dalam pengoperasiannya (*easy process*), aman (*safety*) dan ramah lingkungan (*eco friendly*). Sifat ozon yang tidak stabil dan mudah terurai menjadikan ozon tidak meninggalkan residu pada media yang kontak langsung maupun lingkungan sekitar. Keamanan dan pemanfaatan pengolahan makanan dari

ozon telah ditinjau oleh para ahli sejak tahun 1997 dan diakui aman untuk diterapkan pada komoditas pertanian (Hartoyo dkk., 2022).

Penggunaan ozon pada komoditas pertanian dinilai aman karena akan terdekomposisi menjadi oksigen, sehingga produk yang mendapatkan perlakuan ozon bebas dari residu kimia. Selain itu, ozon memiliki kemampuan oksidasi yang sangat kuat yang dapat menekan pertumbuhan mikrobia pada produk pertanian, sehingga kesegaran dan daya simpan produk dapat bertahan lebih lama. Berdasarkan informasi Harjanti dkk (2021), pemaparan ozon juga dapat berperan sebagai disinfektan pada bahan pangan yang efektif dan aman. Gambaran alat sterilisasi ozon yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat sterilisasi ozon pada pengemasan abon ikan rempah, tampak depan (a); tampak dalam (b)

## 2.6 Pengemasan Alumunium Foil

Pengemasan dapat diartikan sebagai suatu cara untuk menyampaikan barang kepada konsumen dalam keadaan terbaik dan menguntungkan. Kemasan mempunyai peran yang sangat penting karena selalu terkait dengan komoditi yang dikemas dan sekaligus merupakan nilai jual dan citra produk. Kemasan harus dapat memenuhi harapan konsumen, dapat memberikan perlindungan produk dengan baik dari cuaca, cahaya/sinar, perubahan suhu, jatuh, tumpukan, kotoran, serangga, bakteri dan lain-lain. Struktur kemasan yang baik adalah mudah dibuka, mudah ditutup dan mudah dibawa (ergonomi). Bentuk dan ukuran menarik sesuai dengan kebutuhan menciptakan daya tarik visual bagi konsumen. Peran kemasan pada produk adalah sebagai wadah yang memudahkan distribusi, melindungi produk yang dikemas dari pengaruh cuaca, benturan, tumpukan dan lain-lain, memberikan

informasi terkait produk, dan sebagai media promosi dengan pertimbangan mudah dilihat, dipahami serta diingat (Widiati, 2019).

Salah satu jenis kemasan yang umumnya digunakan pada pengemasan produk abon adalah kemasan alumunium foil. Alumunium merupakan bahan yang tahan panas (titik lebur tinggi) dan kedap terhadap udara sehingga kemasan ini ideal untuk ekspor. Ketahanannya terhadap panas matahari membuat alumunium foil banyak digunakan juga pada pengemasan bahan-bahan kesehatan dan obat-obatan. Alumunium foil memiliki sifat yang fleksibel, kuat, ringan, tidak tembus cahaya sehingga dapat digunakan untuk mengemas bahan-bahan yang berlemak dan bahan-bahan yang peka terhadap cahaya. Dari segi estetika alumunium foil memiliki sifat tidak berbau, tidak ada rasa, tidak berbahaya, dan tidak mudah ditumbuhi bakteri serta jamur. Alumunium Foil menempati posisi yang penting dalam produk kemas fleksibel karena memiliki ketahanan yang memuaskan dan penampilan yang baik. Umumnya untuk kepentingan kemasan fleksibel, alumunium foil yang digunakan tebalnya  $\leq 25$  mikron (Nugroho dkk., 2015).

Pengujian sifat fisik dilakukan terhadap bahan kemasan alumunium foil dengan tiga ketebalan yang berbeda, yaitu 50, 80, dan 100 $\mu\text{m}$ . Pengujian ini meliputi sifat karakteristik dari kemasan alumunium foil itu sendiri seperti densitas, gramatur, laju transmisi gas oksigen (*Oxygen Transmission Rate* ( $\text{O}_2\text{TR}$ )), dan laju transmisi uap air (*Water Vapor Transmission Rate* ( $\text{WVTR}$ )). Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa ketebalan kemasan alumunium foil berbanding terbalik dengan nilai  $\text{WVTR}$ . Semakin meningkat ketebalan kemasan, daya ketebalan permeabilitas kemasan terhadap uap air semakin rendah (Putra, 2010). Dapat dilihat karakteristik alumunium foil pada ketebalan 50 $\mu\text{m}$ , 80 $\mu\text{m}$ , dan 100 $\mu\text{m}$  sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik alumunium foil pada berbagai ketebalan

| Kemasan Alumunium foil                                 |                  |                  |                   |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Ketebalan                                              | 50 $\mu\text{m}$ | 80 $\mu\text{m}$ | 100 $\mu\text{m}$ |
| Densitas ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )                    | 0,721            | 1,058            | 1,103             |
| Gramatur ( $\text{g}/\text{m}^2$ )                     | 36,037           | 84,617           | 110,273           |
| $\text{WVTR}$ ( $\text{g}/\text{m}^2/24$ jam)          | 0,5749           | 0,1298           | 0,0768            |
| $\text{O}_2\text{TR}$ ( $\text{cc}/\text{m}^2/24$ jam) | 0,8492           | 0,2933           | 0,3199            |

Sumber: Putra (2010).

Peningkatan laju kadar air pada alumunium foil dengan ketebalan 50 $\mu$ m lebih tinggi dibandingkan ketebalan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa alumunium foil dengan ketebalan 80 $\mu$ m dan 100 $\mu$ m memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menahan jumlah uap air yang masuk ke dalam bahan kemasan (Putra, 2010). Alumunium foil dengan ketebalan yang rendah paling mudah ditembus oleh oksigen dan uap air dari lingkungan selama penyimpanan. Afdillah dkk (2018), menyatakan bahwa umur simpan abon ikan tongkol yang disimpan dengan kemasan alumunium foil dapat bertahan selama 116 hari pada suhu 30°C, 84 Hari pada suhu 40°C dan 63 hari pada suhu 50°C. Hal ini membuktikan bahwa alumunium foil memiliki kemampuan dalam menahan jumlah uap air yang masuk ke dalam kemasan. Menurut Sujuliyani dkk (2021), umur simpan abon ikan cakalang dengan penyimpanan menggunakan kemasan alumunium foil pada suhu penyimpanan 30°C adalah 222 hari.

## 2.7 Pendugaan Umur Simpan

Umur simpan atau *shelf life* merupakan suatu parameter ketahanan produk sebagai rentang waktu antara produksi hingga konsumsi sebelum produk mengalami penurunan kualitas, dimana produk masih berada dalam kondisi yang baik berdasarkan karakteristik sensori dan kimia. Selain itu, umur simpan juga dikatakan sebagai waktu yang dialami produk dalam kondisi penyimpanan tertentu. Hal ini disebabkan, pada saat baru diproduksi mutu produk dianggap dalam keadaan baik 100% dan akan menurun sejalan dengan lama penyimpanan serta distribusi (Ninsix dkk., 2018). Penulisan umur simpan produk, umumnya menggunakan bahasa *best before* (baik digunakan sebelum). *Best before* merupakan informasi tanggal saat produk masih aman digunakan walaupun secara kualitas sudah mulai menurun atau sudah tidak sama lagi dengan kondisi awal (Asiah dkk., 2018).

Pendugaan umur simpan suatu produk dapat dilakukan dengan berbagai metode pengujian. Penentuan umur simpan suatu produk dapat ditentukan dengan bantuan tiga kriteria. Pertama, perubahan profil sensori secara keseluruhan dan pertimbangan dari konsumen bahwa produk sudah tidak layak untuk diterima dengan pengujian secara deskriptif. Kedua, konsumen atau panelis terlatih diminta

untuk menilai atribut kritis terhadap perubahan kualitas produk. Ketiga, membandingkan produk yang baru di produksi dan yang sudah dipasarkan apakah tidak lagi memiliki kesamaan. Terakhir, untuk mengetahui umur simpan produk dapat diduga dan ditetapkan dengan dua konsep studi penyimpanan produk, yaitu metode konvensional ESS (*Extended Storage Studies*) dan metode akselerasi kondisi penyimpanan ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) (Asiah dkk., 2018)

Penentuan masa simpan produk dengan metode konvensional ESS (*Extended Storage Studies*) merupakan metode yang menyimpan produk pada kondisi normal sehari-hari dan dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga tingkat kedaluwarsa. Pemilihan metode konvensional biasanya digunakan untuk produk yang mempunyai masa kedaluwarsa kurang dari 3 bulan. Metode ini tepat namun pelaksanaannya perlu waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak serta mahal. Penentuan umur simpan dengan metode konvensional dilakukan dengan menyimpan beberapa bungkus produk berdasarkan berat serta tanggal produksi yang sama pada beberapa desikator atau ruangan yang telah dikondisikan dengan kelembapan yang seragam. Pengamatan dapat dilakukan dengan mengamati parameter titik kritis atau kadar air (Herawati, 2008).

Penentuan masa simpan produk dengan metode akselerasi ASS (*Accelerated Storage Studies*) atau ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) merupakan metode yang menggunakan suatu kondisi lingkungan dengan mempercepat proses penurunan mutu produk. Metode akselerasi mampu dilakukan dalam waktu relatif singkat pada kondisi lingkungan ekstrim dengan tetap memiliki akurasi dan ketepatan yang tinggi. Metode ini dapat dilakukan dengan pendekatan model arrhenius. Model arrhenius umumnya digunakan untuk produk yang sensitif terhadap suhu penyimpanan (Ritonga dkk., 2020). Penggunaan model arrhenius memerlukan minimal tiga suhu penyimpanan ekstrim sebagai kunci penentu kerusakan produk. Pada metode ini, penggunaan suhu ekstrim mengakibatkan parameter kritis produk mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas. Ketika kondisi penyimpanan produk diatur di luar kondisi normal maka produk lebih cepat rusak dan dapat ditentukan umur simpannya (Bilang dkk., 2018). Adapun beberapa perbedaan dari

metode konvensional ESS (*Extended Storage Studies*) dan metode akselerasi kondisi penyimpanan ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan metode ESS dan metode ASLT

| No. | Metode ESS<br>( <i>Extended Storage Studies</i> )                                                                                  | Metode ASLT<br>( <i>Accelerated Shelf Life Test</i> )                                                                                             |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Penentuan umur simpan dilakukan dengan menyimpan produk pada kondisi normal sehari-hari dan diamati hingga terjadi penurunan mutu. | Penentuan umur simpan dilakukan dengan menyimpan produk pada kondisi ekstrim dengan 3 suhu yang berbeda dan diamati proses penurunan mutu produk. |
| 2.  | Rentang waktu yang dibutuhkan panjang dan analisis parameter mutu relatif banyak serta memerlukan biaya cukup mahal                | Rentang waktu pengujian relatif singkat, namun ketepatan dan akurasi tinggi                                                                       |

Sumber : Herawati (2008).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2024 sampai Desember 2024, di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Laboratorium Sensori, Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Laboratorium Kesmavet (Kesehatan Masyarakat Veteriner), Balai Penyidikan dan Pengujian Veteriner (BPPV) Regional III Bandar Lampung.

#### 3.2 Bahan dan Alat

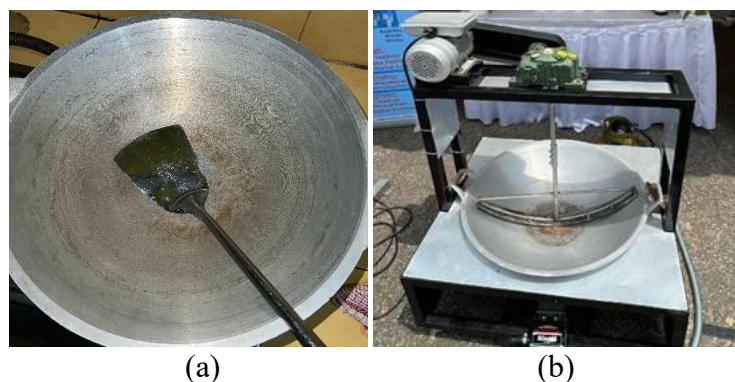
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila ranau segar (*Oreochromis niloticus*) dengan berat  $\pm 900$  g dan panjang  $\pm 30$  cm. Bahan tambahan antara lain sereh, lengkuas, jahe, ketumbar, lada, daun jeruk, daun salam, kunyit, cabe, bawang merah, bawang putih, jeruk nipis, garam, gula, kaldu jamur, dan santan. Bahan utama dan tambahan diperoleh dari Pasar Rakyat Way Halim, Bandar Lampung. Bahan kemasan yang digunakan dalam penelitian adalah kemasan aluminium foil 80 $\mu$ m yang diperoleh dari *online shop* delk choice. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah HgO, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, indikator pp, indikator metil merah metil biru, HCl, etanol 96%, NaOH, NaCl steril, aquades, dan media PCA.

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan abon antara lain blender, pisau, gunting, timbangan, dandang, thermometer, pengaduk konvensional, mesin pengaduk, sterilisasi ozon, nampan, dan baskom. Alat-alat yang digunakan untuk analisis antara lain cawan porselin, mortar, neraca analitik, desikator, tang penjepit, labu

kjeldahl, hotplate, thermometer, statif klem, gelas ukur, tabung reaksi, cawan petri, jarum ose, incubator, mikropipet, spiritus, kapas steril, pengaduk, pH meter, oven, alat-alat gelas lainnya, dan seperangkat alat untuk uji sensori.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara dua (2) tahap, yaitu penentuan perlakuan terbaik dan pendugaan umur simpan produk abon ikan rempah. Pada tahap pertama, penelitian terkait penentuan perlakuan terbaik disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) secara faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah teknik pengadukan (M) yang terdiri dari 2 taraf, yaitu alat pengaduk konvensional ( $M_1$ ) dan mesin pengaduk ( $M_2$ ) yang dapat dilihat pada Gambar 5. Faktor kedua adalah lama penyangraian (S) yang terdiri dari 5 taraf, yaitu 60 menit ( $S_1$ ), 75 menit ( $S_2$ ), 90 menit ( $S_3$ ), 105 menit ( $S_4$ ), dan 120 menit ( $S_5$ ). Pada penelitian ini terdapat sepuluh (10) kombinasi perlakuan, yaitu ( $M_1S_1$ ), ( $M_1S_2$ ), ( $M_1S_3$ ), ( $M_1S_4$ ), ( $M_1S_5$ ), ( $M_1S_6$ ), ( $M_1S_7$ ), ( $M_2S_1$ ), ( $M_2S_2$ ), ( $M_2S_3$ ), ( $M_2S_4$ ), dan ( $M_2S_5$ ) dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 5. Variasi teknik pegadukan abon ikan rempah, alat pengaduk konvensional (a); mesin pengaduk (b)

Tabel 4. Bentuk rancangan percobaan

| Teknik Pengadukan      | Lama Penyangraian   |                     |                     |                      |                      |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                        | $S_1$<br>(60 menit) | $S_2$<br>(75 menit) | $S_3$<br>(90 menit) | $S_4$<br>(105 menit) | $S_5$<br>(120 menit) |
| $M_1$ (konvensional)   | $M_1S_1$            | $M_1S_2$            | $M_1S_3$            | $M_1S_4$             | $M_1S_5$             |
| $M_2$ (mesin pengaduk) | $M_2S_1$            | $M_2S_2$            | $M_2S_3$            | $M_2S_4$             | $M_2S_5$             |

Dari 10 perlakuan diatas, terdapat 3 kelompok ulangan sehingga didapati 30 perlakuan. Adapun tata letak percobaan yang diperoleh dari pengacakan dengan bantuan Microsoft Excel 2019 disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tata letak percobaan

| Perlakuan  |            |            |
|------------|------------|------------|
| Kelompok 1 | Kelompok 2 | Kelompok 3 |
| M2S4       | M1S3       | M1S5       |
| M1S2       | M1S1       | M2S1       |
| M2S5       | M2S4       | M2S3       |
| M2S2       | M1S4       | M2S2       |
| M1S1       | M1S2       | M1S4       |
| M1S5       | M1S5       | M1S3       |
| M2S3       | M2S5       | M2S5       |
| M2S1       | M2S1       | M1S2       |
| M1S3       | M2S3       | M2S4       |
| M1S4       | M2S2       | M1S1       |

Keterangan:

M<sub>1</sub>S<sub>1</sub> = Alat pengaduk konvensional dan lama penyangraian 60 menit

M<sub>1</sub>S<sub>2</sub> = Alat pengaduk konvensional dan lama penyangraian 75 menit

M<sub>1</sub>S<sub>3</sub> = Alat pengaduk konvensional dan lama penyangraian 90 menit

M<sub>1</sub>S<sub>4</sub> = Alat pengaduk konvensional dan lama penyangraian 105 menit

M<sub>1</sub>S<sub>5</sub> = Alat pengaduk konvensional dan lama penyangraian 120 menit

M<sub>2</sub>S<sub>1</sub> = Mesin pengaduk dan lama penyangraian 60 menit

M<sub>2</sub>S<sub>2</sub> = Mesin pengaduk dan lama penyangraian 75 menit

M<sub>2</sub>S<sub>3</sub> = Mesin pengaduk dan lama penyangraian 90 menit

M<sub>2</sub>S<sub>4</sub> = Mesin pengaduk dan lama penyangraian 105 menit

M<sub>2</sub>S<sub>5</sub> = Mesin pengaduk dan lama penyangraian 120 menit

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian tahap pertama untuk penentuan perlakuan terbaik kombinasi teknik pengadukan dan lama penyangraian terdiri dari kadar air (AOAC, 2019), kadar protein (AOAC, 2019), angka lempeng total (SNI 23332.3-2015), serta sensori (skoring dan hedonik) berupa tekstur, aroma, rasa, warna, dan penerimaan keseluruhan. Data yang diperoleh diuji kehomogenannya dengan uji Barlet dan uji kemenambahan data dengan uji Tuckey. Data dianalisis dengan sidik ragam atau *analysys of variance* (ANOVA) untuk mendapatkan pendugaan ragam galat dan mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% menggunakan Minitab

Statistical Software 22. Hasil analisis tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan perlakuan terbaik menggunakan metode De Garmo.

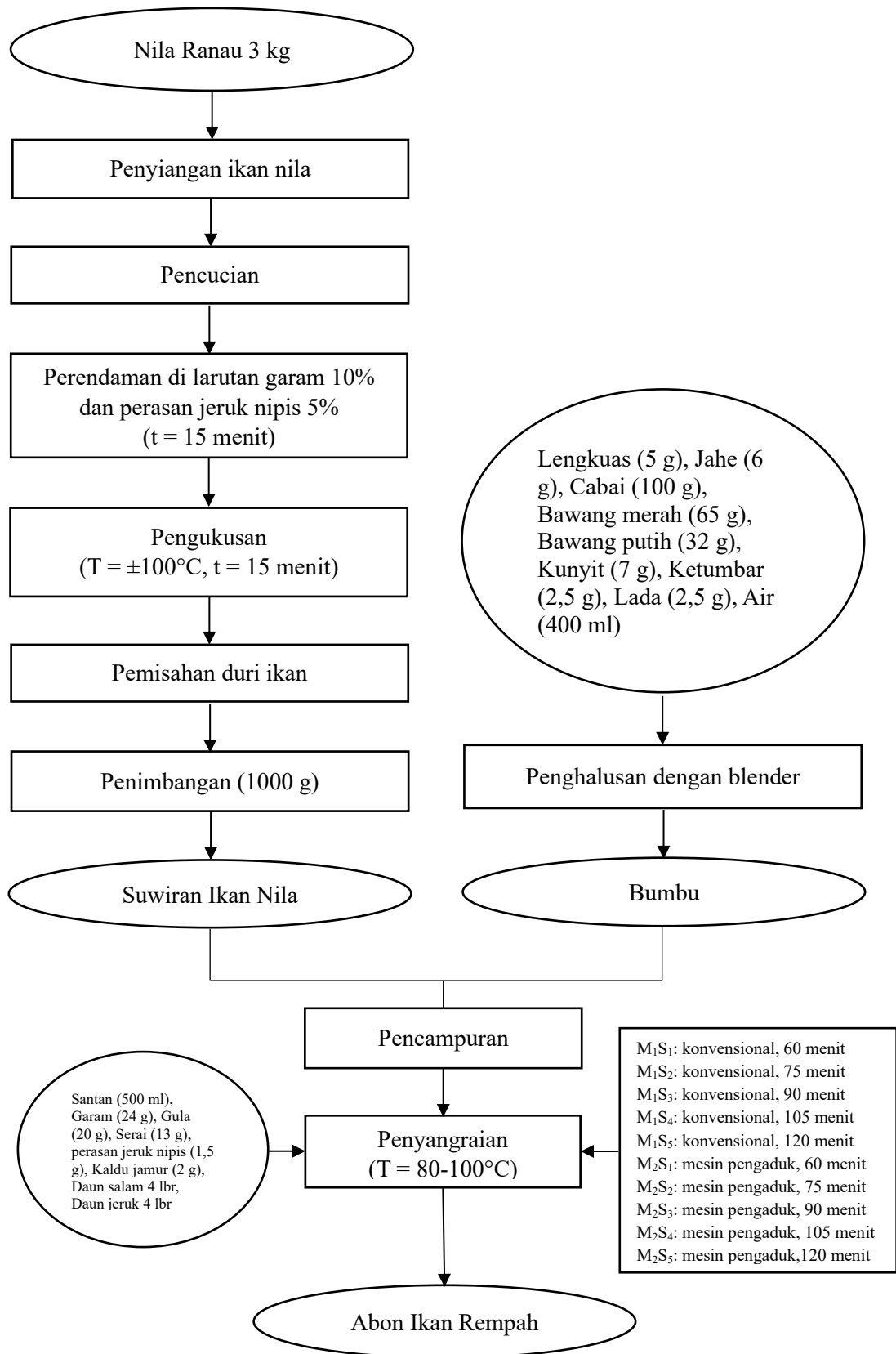
Setelah didapati hasil terbaik dari penelitian tahap pertama maka penelitian tahap kedua dapat dilanjutkan. Penelitian tahap kedua berupa pendugaan umur simpan dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Pengujian umur simpan menggunakan (2) dua perlakuan teknik sterilisasi, yaitu abon ikan rempah yang dikemas menggunakan kemasan aluminium foil dengan pemaparan ozon dan tanpa pemaparan ozon. Sampel kemudian disimpan pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C dengan dua kali ulangan. Pada setiap suhu penyimpanan, disiapkan sebanyak 60 bungkus dengan berat masing-masing 52 g. Penyimpanan abon ikan rempah dilakukan selama 28 hari. Pengamatan dilakukan terhadap kadar air (AOAC, 2019), kadar asam lemak bebas (AOAC, 2005), pH (Bawinto dkk., 2015), angka lempeng total (SNI 23332.3-2015), dan sensori setiap seminggu sekali yaitu pada hari ke-0, 7, 14, 21, 28. Data hasil pengujian yang diperoleh digunakan untuk menentukan umur simpan abon ikan rempah dengan menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) model Arrhenius menggunakan software Microsoft Excel 2021.

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.4.1 Pembuatan abon ikan rempah nila ranau**

Proses pembuatan abon ikan rempah dilakukan dengan formulasi terbaik hasil penelitian Sartika dkk (2024), ikan nila ranau segar yang digunakan dengan berat  $\pm 900$  g dan panjang  $\pm 30$  cm, serih, lengkuas, jahe, ketumbar, lada, daun jeruk, daun salam, kunyit, cabe, bawang merah, bawang putih, jeruk nipis, garam, dan gula. Sebelum diolah, ikan nila ranau dan berbagai rempah dicuci dengan air bersih. Tahap pertama, ikan nila yang telah disiangi dan dicuci kemudian direndam dengan larutan garam 10% dan perasan jeruk nipis 5% selama 15 menit. Setelah itu, ikan nila dikukus selama 15 menit pada suhu  $\pm 100^\circ\text{C}$ . Selanjutnya, daging ikan nila dipisahkan dari tulang serta duri kemudian ditimbang, dan suwiran ikan siap digunakan.

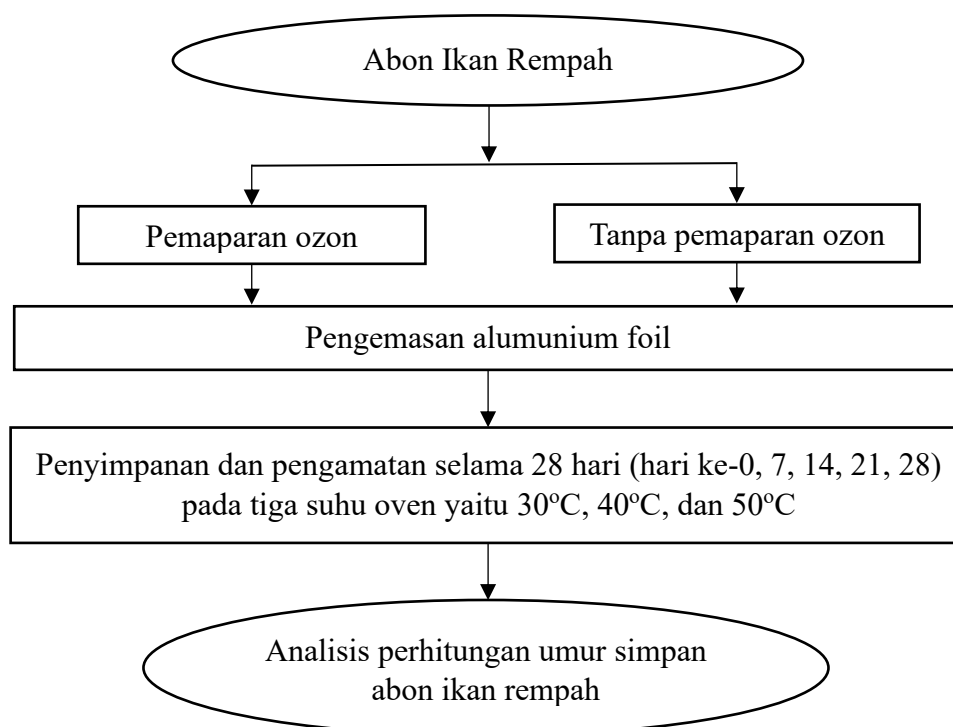
Tahap kedua, rempah-rempah berupa lengkuas, jahe, cabai, bawang merah, bawang putih, kunyit, ketumbar, dan lada dihaluskan dengan blender. Proses penghalusan bumbu dipermudah dengan penambahan air. Tahap ketiga, suwiran daging ikan nila serta bumbu rempah dicampurkan dan disangrai sambil ditambahkan santan, perasan jeruk nipis, garam, gula, kaldu jamur, serai, daun salam, dan daun jeruk secara bertahap. Proses penyangraian dilakukan pada suhu 80-100°C selama 60, 75, 90, 105, dan 120 menit sesuai perlakuan. Terakhir, abon ikan rempah siap untuk disajikan. Proses pembuatan abon ikan rempah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir pembuatan abon ikan rempah.  
Sumber: Sartika dkk. (2024) yang telah dimodifikasi.

### 3.4.2 Penyimpanan dan pengamatan umur simpan abon ikan rempah

Sampel abon ikan rempah yang telah dibuat berdasarkan mesin pengaduk dan lama penyangraian terbaik kemudian diberi perlakuan teknik sterilisasi berupa pemaparan ozon dan tanpa pemaparan ozon. Selanjutnya, sampel dikemas dengan kemasan aluminium foil lalu disimpan pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C dengan menggunakan tiga oven untuk setiap suhu penyimpanan berbeda selama 28 hari. Pada setiap suhu penyimpanan, disiapkan sebanyak 60 bungkus dengan berat masing-masing 52 g. Pengamatan terhadap abon ikan rempah dilakukan setiap seminggu sekali selama 28 hari yaitu pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28. Proses pelaksanaan penyimpanan dan pengamatan dalam pendugaan umur simpan abon ikan rempah dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir pelaksanaan pendugaan umur simpan abon ikan rempah

## 3.5 Pengamatan

### 3.5.1 Analisis kadar air

Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetri yang mengacu pada AOAC (2019). Prosedur analisis kadar air terlebih dahulu mengoven cawan yang

akan digunakan selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator ( $\pm 15$  menit) untuk menghilangkan uap air lalu ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram setelah terlebih dahulu digerus dan dimasukkan ke dalam cawan yang sudah dikeringkan (B). sampel selanjutnya dioven pada suhu 100-105°C selama 4 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (C), tahap ini dilakukan hingga didapat bobot konstan atau selisih penimbangan  $\leq 0,0002$  gram. Kadar air dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A: berat cawan kosong (g)

B: berat cawan + sampel awal (g)

C: berat cawan + sampel kering (g)

### 3.5.2 Analisis kadar protein

Analisis kadar protein pada abon menggunakan metode kjeldahl (AOAC, 2019). Sampel ditimbang sebanyak 0,5 g kemudian dimasukkan kedalam labu kjeldahl 100 ml, lalu ditambahkan 50 mg HgO, 2 mg K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, batu didih, dan didihkan selama 1,5 jam sampai cairan menjadi jernih. Setelah itu, larutan didinginkan dan diencerkan dengan aquades 200 ml. Sampel didestilasi dengan penambahan 8-10 ml larutan NaOH-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (dibuat dengan campuran 50 g NaOH + 50 ml H<sub>2</sub>O + 12,5 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O). Hasil destilasi yang telah diperoleh dimasukkan kedalam labu erlenmeyer yang telah berisi 5ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> dan 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian metil biru 0,2% dalam alkohol). Destilat yang diperoleh kemudian dititrasasi dengan larutan HCl 0,02 N hingga warna hijau berubah menjadi pink muda. Hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Hasil yang diperoleh adalah dalam total N, yang kemudian dinyatakan dalam faktor konversi 6,25. Penentuan kadar protein dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(\text{VA} - \text{VB}) \times \text{HCl} \times \text{NHCl} \times 14,007 \times 6,25}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

VA : mL HCl untuk titrasi sampel

VB : mL HCl untuk titrasi blanko

N : Normalitas HCl

Berat atom N: 14,007

Faktor konversi :6,25

W : berat sampel (g)

### 3.5.3 Analisis kadar asam lemak bebas

Analisis kadar asam lemak bebas pada abon dilakukan dengan metode titrasi alkalimetri (AOAC, 2005). Prosedur analisis kadar asam lemak bebas, yaitu sebanyak 5 gram sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan 50 ml etanol 95% dan dipanaskan pada suhu 40°C selama 10 menit sambil diaduk. Setelah pendinginan, ditambahkan 3-5 tetes indikator pp 1%. Selanjutnya, dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH sampai muncul warna merah jambu yang tidak hilang selama 30 detik atau pH sampel 8-10. Penentuan kadar asam lemak bebas (%FFA) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM} \times 100\%}{\text{Berat Sampel} \times 1000}$$

Keterangan:

%FFA : Kadar asam lemak bebas

ml NaOH : Volume Titran NaOH

N NaOH : Normalitas larutan NaOH

BM : Berat molekul asam lemak (asam laurat 200,3 g/mol)

Asam lemak laurat dominan pada santan kelapa (Ariningsih dkk., 2020)

### 3.5.4 Analisis pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui keamanan produk. Pengujian pH pada produk abon dilakukan dengan prosedur menurut Bawinto dkk (2015), yaitu sampel

abon 5 gram dicampurkan dengan 20 ml aquadest dan dihomogenkan selama 1 menit. pH meter dibersihkan dengan aquadest lalu dimasukkan ke buffer pH 7 untuk disesuaikan pH-nya. Setiap larutan diukur pH-nya sebanyak dua kali dan hasilnya di rata-ratakan sebagai nilai pH abon.

### 3.5.5 Uji Angka Lempeng Total Abon Ikan Rempah

Pengujian angka lempeng total pada abon ikan rempah mengacu pada metode SNI 2332.3-2015. Setiap media dan alat-alat untuk pengujian terlebih dahulu disetriliasi pada autoklaf. Sampel abon yang akan diuji ditimbang masing-masing seberat 25 gram kemudian dilakukan menggunakan Stomacher homogenasi dengan menambahkan 225 mL larutan Butterfield's Phosphate Buffer untuk 25 gram sampel. Sampel yang telah dihomogenasikan lalu dilakukan pengenceran dari  $10^{-1}$  hingga  $10^{-5}$ . Pengenceran  $10^{-1}$  dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi telah diisi dengan 9 mL larutan BFP kemudian dikocok hingga homogen.

Pengenceran  $10^{-2}$  dilakukan dengan cara mengambil 1 mL sampel pada pengenceran  $10^{-1}$  kemudian dipindahkan pada tabung reaksi yang telah diisi dengan 9 mL larutan BFP. Pengenceran  $10^{-3}$  hingga  $10^{-5}$  dilakukan seperti pada pengenceran  $10^{-2}$ . Setiap pengenceran kemudian dipipet sebanyak 1 mL dan ditetaskan pada cawan petri lalu diberi PCA (Plate Count Agar) dengan cara *pour plate*. Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam inkubator dan diinkubasi selama 48 dengan suhu  $35^{\circ}\text{C}$ . Setelah 48 jam, jumlah koloni yang tumbuh pada cawan dihitung menggunakan *colony counter*. Penentuan jumlah angka lempeng total dilakukan menggunakan rumus seperti di bawah:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n1) + (0,1 \times n2)] \times d}$$

Keterangan:

N = total keseluruhan koloni pada produk (koloni/g)

$\sum C$  = total koloni pada setiap cawan yang terhitung

n1 = total cawan pada pengenceran pertama yang terhitung

- n2 = jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung  
 d = pengenceran pertama yang digunakan

### 3.5.6 Uji sensori abon ikan rempah

Penilaian uji sensori produk abon ikan rempah dilakukan dua (2) kali. Uji sensori pertama, berupa uji skoring serta hedonik dilakukan pada proses penentuan produk terbaik antara teknik pengadukan dan lama penyangraian. Sementara itu, pengujian kedua dilakukan pada pendugaan umur simpan produk. Uji skoring bertujuan untuk memberikan skor terhadap karakteristik mutu abon ikan rempah. Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan dari suatu produk. Dengan adanya uji skoring dan uji hedonik, maka dapat mengetahui pendapat panelis terhadap produk baru dan produk yang paling disukai oleh panelis (Tarawendah, 2017). Analisis sensori dilakukan dengan melihat tingkat penerimaan panelis terhadap beberapa atribut mutu. Penentuan atribut mutu abon ikan rempah dilakukan berdasarkan informasi Anwar dkk (2018), dimana pemeriksaan mutu abon ikan yang baik secara sensori apabila memiliki warna yang menarik, aroma yang harum, tekstur dan rasa yang enak sehingga dapat diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, atribut mutu yang akan diamati pada uji sensori abon adalah warna, aroma, tekstur, dan rasa abon ikan rempah.

Selanjutnya, panelis diminta memberikan nilai sesuai dengan penilaian terhadap atribut sensori abon ikan rempah. Perekrutan panelis dilakukan dengan menanyakan kesediaan panelis dan ada tidaknya gangguan panca indra untuk melakukan pengujian. Panelis yang digunakan panelis semi terlatih, yaitu mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah mengikuti mata kuliah uji sensori sebanyak 25 orang. Penentuan jumlah panelis dilakukan menurut Haryati dkk (2015), dimana jumlah panelis minimal yang dibutuhkan dalam uji penerimaan bila panelisnya semi terlatih adalah 25 orang. Dengan demikian, penilaian sensori abon ikan rempah dilakukan dengan 25 panelis.

Pengamatan sensori abon ikan rempah disajikan dalam bentuk kuesioner. Panelis diminta untuk mengevaluasi sampel sebanyak 2 gram yang telah dikemas pada kemasan alumunium foil. Sebelum memulai pengujian, panelis terlebih dahulu

diberikan arahan mengenai mekanisme pengujian, seperti membandingkan sampel yang sudah diberi kode dan disajikan secara acak kemudian, memberikan nilai menurut parameter tekstur, aroma, warna, rasa, dan penerimaan keseluruhan terhadap sampel. Pada proses pengujian, diberikan juga air putih sebagai penetral lidah saat mencicipi rasa sampel. Adapun lembar kuisisioner uji hedonik pemilihan produk terbaik dapat dilihat pada Tabel 6, lembar kuisisioner uji hedonik pendugaan umur simpan dapat dilihat pada Tabel 7, lembar kuisisioner uji skoring pendugaan umur simpan dapat dilihat pada Tabel 8, dan lembar kuisisioner uji skoring pemilihan produk terbaik dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 6. Kuisisioner uji hedonik pemilihan abon ikan rempah terbaik

[illegible]

Tabel 7. Kuisioner uji hedonik umur simpan abon ikan rempah

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Nama Panelis:             | Tanggal: |
| Sampel : Abon Ikan Rempah |          |

**UJI HEDONIK**

Dihadapan saudara/i disajikan enam (6) sampel abon ikan rempah yang telah diberi kode acak dengan satu kontrol. Saudara/i diminta untuk menilai tekstur abon ikan rempah kemudian dibandingkan dengan kontrol. Berikan penilaian anda dengan memberikan **tanda ceklis (√)** pada nilai yang dipilih sesuai kode contoh yang diuji.

| Spesifikasi          | Nilai | Kode Sampel |     |     |     |     |     |     |
|----------------------|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                      |       | K           | 381 | 464 | 511 | 243 | 402 | 157 |
| <b>1. Tekstur</b>    |       |             |     |     |     |     |     |     |
| - Sangat suka sekali | 5     |             |     |     |     |     |     |     |
| - Sangat suka        | 4     |             |     |     |     |     |     |     |
| - Suka               | 3     |             |     |     |     |     |     |     |
| - Kurang suka        | 2     |             |     |     |     |     |     |     |
| - Tidak suka         | 1     |             |     |     |     |     |     |     |

Tabel 8. Kuisisioner uji skoring umur simpan abon ikan rempah

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Nama Panelis:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Tanggal:                                           |
| Sampel : Abon Ikan Rempah                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                    |
| <b>UJI SKORING</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                    |
| <p>Dihadapan saudara/i disajikan enam (6) sampel abon ikan rempah yang telah diberi kode acak dengan satu kontrol. Saudara/i diminta untuk menilai aroma dan warna abon ikan rempah kemudian dibandingkan dengan kontrol. Berikan penilaian anda dengan memberikan <b>tanda ceklis (✓)</b> pada nilai yang dipilih sesuai kode contoh yang diuji.</p> |                                                    |
| <b>Spesifikasi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Nilai</b>                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Kode Sampel</b>                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>K    381    464    511    243    402    157</b> |
| <b>1. Aroma</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    |
| - Sangat khas sekali aroma abon ikan rempah                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5                                                  |
| - Sangat khas aroma abon ikan rempah                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                                                  |
| - Khas abon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                  |
| - Tengik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                                  |
| - Sangat tengik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1                                                  |
| <b>2. Warna</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    |
| - Coklat keemasan khas abon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5                                                  |
| - Coklat muda khas abon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                  |
| - Coklat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                  |
| - Coklat gelap kurang khas abon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                                                  |
| - Coklat kehitaman                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1                                                  |



### 3.5.7 Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan berdasarkan metode De Garmo *et al.* (1994). Metode De Garmo merupakan metode penentuan perlakuan terbaik berdasarkan indeks efektivitas. Penentuan perlakuan terbaik ditentukan dengan cara membandingkan nilai produk setiap perlakuan menggunakan indeks efektivitas melalui nilai yang ditentukan oleh pakar. Perlakuan dengan nilai produk (NP) tertinggi dipilih sebagai perlakuan terbaik karena nilai tersebut diperoleh dengan mempertimbangkan semua variabel yang berperan dalam menentukan mutu produk. Penilaian pada penelitian ini meliputi parameter kimiawi (kadar air, kadar protein), mikrobiologi (angka lempeng total), dan sensori (aroma, warna, tekstur, rasa, penerimaan keseluruhan). Perhitungan metode De Garmo dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Bobot Normal} = \frac{\text{Bobot Variabel}}{\text{Bobot Total}}$$

$$\text{Nilai Efektivitas} = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai Terburuk}}{\text{Nilai Terbaik} - \text{Nilai Terburuk}}$$

$$\text{Nilai Produk} = \text{Nilai Efektivitas} \times \text{Bobot Normal}$$

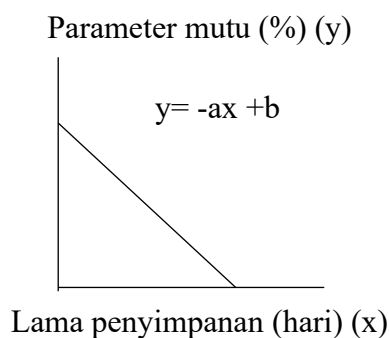
### 3.5.8 Pendugaan Umur Simpan Abon Ikan Rempah

Penentuan umur simpan abon ikan rempah dilakukan berdasarkan data hasil pengamatan berupa nilai rata-rata kadar air, kadar asam lemak bebas, pH, sensori, dan angka lempeng total. Metode pendugaan umur simpan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius. Dengan pendekatan Arrhenius, perubahan mutu suatu produk sangat dipengaruhi oleh faktor suhu. Simulasi menggunakan rumus perhitungan berdasarkan model Arrhenius selanjutnya dirancang dalam bahasa pemrograman yang terdiri dari pemilihan jenis produk, pengumpulan data-data produk, perhitungan parameter mutu uji, perhitungan slope kurva persamaan linier, dan penentuan umur simpan. Menurut Asiah dkk (2018), berikut prosedur

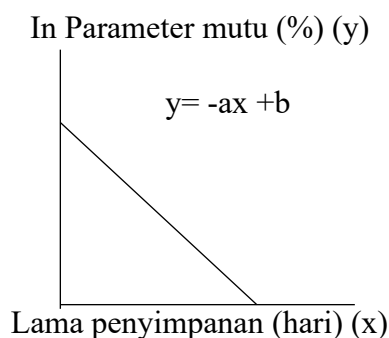
perhitungan umur simpan abon ikan rempah dengan metode ASLT pendekatan Arrhenius, yaitu:

### 1. Menentukan ordo perubahan kimia

Membuat grafik regresi linear dari data hasil pengamatan parameter mutu (kadar air, kadar asam lemak bebas, pH, sensori, dan angka lempeng total abon ikan rempah) yang diperoleh pada penyimpanan di suhu 30°C, 40°C, serta 50°C dengan lama penyimpanan (28 hari). Proses penentuan ordo dilakukan dengan memplotkan data hasil parameter mutu sebagai sumbu y (ordinat) dan lama penyimpanan (hari) sebagai sumbu x (absis). Adapun bentuk regresi linear dan persamaan garis parameter mutu selama penyimpanan ordo nol serta ordo satu disajikan pada Gambar 8 (ordo nol) dan Gambar 9 (ordo satu).



Gambar 8. Regresi linear parameter mutu abon ikan rempah pada kemasan alumunium foil (ordo nol).



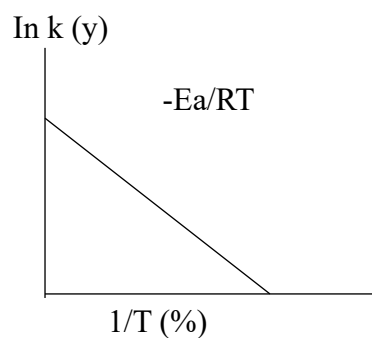
Gambar 9. Regresi linear parameter mutu abon ikan rempah pada kemasan alumunium foil (ordo satu)

Setelah setiap data diplotkan maka didapatkan persamaan regresi pada masing-masing suhu dengan bentuk  $y = kx + b$ , dimana y merupakan perubahan kualitas

produk,  $x$  merupakan lama penyimpanan,  $b$  merupakan nilai kualitas produk awal, dan  $k$  merupakan laju perubahan kualitas produk (slope ( $k$ )). Selain itu, akan didapati pula nilai  $R^2$  (koefisien korelasi), dimana jika nilai  $R^2$  semakin besar dan mendekati 1 maka semakin memperjelas perubahan yang terjadi. Ketika nilai  $R^2$  mendekati 1 pada persamaan linear ordo nol maka perhitungan penentuan umur simpan mengikuti rumus persamaan ordo nol. Namun, ketika nilai  $R^2$  mendekati 1 pada persamaan linear ordo satu maka mengikuti rumus persamaan ordo satu (Iswari, 2021).

## 2. Menentukan konstanta persamaan Arrhenius

Nilai konstanta Arrhenius dilambangkan dengan huruf  $k$ , dimana nilai  $k$  didapat dari persamaan regresi linear atau sama dengan nilai  $b$ . Nilai  $k$  kemudian akan diubah ke bentuk nilai  $\ln k$ . Setelah didapati nilai  $\ln k$  maka dilakukan perhitungan nilai  $1/T$ , dimana  $1/T$  adalah satuan suhu dalam derajat kelvin. Selanjutnya, dilakukan pembuatan grafik, untuk nilai  $\ln k$  diplotkan sebagai sumbu  $y$  (ordinat) dan  $1/T$  diplotkan sebagai sumbu  $x$  (absis). Adapun grafik hubungan antara nilai  $\ln k$  dengan  $1/T$  dalam persamaan Arrhenius dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan antara nilai  $1/T$  dengan  $\ln k$  dalam persamaan Arrhenius.

Hasil dari grafik hubungan  $\ln k$  dengan  $1/T$  akan menghasilkan nilai slope berupa nilai  $-Ea/R$  dalam persamaan Arrhenius dan interceptnya berupa nilai  $k_0$ . Sebelumnya nilai interceptnya diubah dalam bentuk  $\ln$  intercept ( $b$ /konstanta).

3. Setelah diperoleh nilai  $\ln$  intercept dan  $-Ea/R$ , kemudian dimasukkan ke dalam rumus :

$$k = k_0 \cdot \exp^{-E_a/RT}$$

Keterangan:

$k$  = konstanta penurunan mutu sampel

$k_0$  = konstanta (faktor frekuensi yang tidak bergantung pada suhu)

$E_a$  = energi aktivasi (Kal/mol)

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

$R$  = konstanta gas (1.986 Kal/mol K)

Setelah dilakukan perhitungan hingga didapatkan nilai  $k$  untuk setiap suhu, maka lanjut dihitung masa simpan produk menggunakan persamaan ordo 0 dan ordo 1.

#### 4. Penentuan parameter kunci dan perhitungan pendugaan umur simpan

Penentuan parameter kunci dalam pendugaan umur simpan dilihat dari  $R^2$  terbesar (Ihsan dkk., 2017). Setelah menentukan paramater kunci maka dapat dilakukan perhitungan sesuai orde reaksi yang digunakan. Perhitungan umur simpan dengan pendekatan Arrhenius dapat menggunakan persamaan ordo 0 dan ordo 1 (Supriatna dkk., 2018). Berikut penjabaran rumus pada masing-masing ordo.

$$\text{Ordo 0} \\ t = (A_t - A_0)/k$$

atau

$$\text{Ordo 1} \\ t = (\ln A_0 / \ln A_t)/k$$

Keterangan:

$t$  : waktu penyimpanan (hari)

$A_t$  : nilai mutu kritis (akhir)

$A_0$  : nilai mutu awal

$k$  : laju penurunan mutu (per hari)

- Hasil perhitungan yang didapat kemudian dilihat masa simpan terlama abon ikan rempah. Parameter mutu dengan nilai koefisien korelasi terbesar ( $R^2$ ) atau mendekati satu dipilih untuk menjadi umur simpan produk abon ikan rempah dalam kemasan alumunium foil.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai abon ikan rempah dapat disimpulkan bahwa

1. Perlakuan teknik pengadukan berpengaruh terhadap kadar air (11,74%-13,14%), kadar protein (31,62%-35,30%), aroma (3,83-4,00), warna (3,43-4,50), rasa (3,29-3,46), tekstur (3,22-3,57), serta tingkat penerimaan keseluruhan (3,45-3,57), tetapi tidak berpengaruh terhadap angka lempeng total abon ikan rempah. Perlakuan lama penyangraian berpengaruh terhadap kadar air (6,88%-22,15%), kadar protein (29,41%-36,47%), aroma (3,33-4,31), warna (3,41-4,52), rasa (3,05-3,65), tekstur (2,83-3,90), penerimaan keseluruhan (3,02-3,78), dan angka lempeng total (1,30-2,65 log koloni/g) abon ikan rempah. Interaksi keduanya berpengaruh terhadap kadar air (5,49% - 25,50%), kadar protein (28,57%-38,57%), aroma (3,19-4,51), warna (2,59-4,68), rasa (2,92-3,91), tekstur (2,57-4,00), penerimaan keseluruhan (2,72-3,92), dan angka lempeng total (1,06-2,81 log koloni/g) abon ikan rempah.
2. Berdasarkan analisis metode De Garmo, perlakuan terbaik untuk menghasilkan abon ikan rempah adalah penggunaan mesin pengaduk dengan lama penyangraian 105 menit (M2S4) yang menghasilkan karakteristik abon ikan dengan nilai kadar air (9.79%), kadar protein (38.57%), angka lempeng total (1.53 log koloni/g), nilai rasa 3.91 (sangat khas abon ikan rempah), nilai aroma 4,31 (sangat khas abon ikan rempah), nilai tekstur 3.72 (sangat suka), nilai warna 4.39 (coklat keemasan), dan penerimaan keseluruhan 3,92 (sangat suka).
3. Pendugaan umur simpan abon ikan rempah dengan menggunakan metode ASLT Arrhenius ditetapkan berdasarkan parameter aroma ordo 1 pada suhu 30°C. Umur simpan abon ikan rempah dalam kemasan aluminium foil tanpa pemaparan ozon selama 206,31 hari (6 bulan 24 hari).

## 5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut diperlukan

1. Melakukan kajian mengenai pengaruh perbedaan kecepatan pengadukan (rpm) pada penggunaan mesin pengaduk terhadap karakteristik kimiawi, mikrobiologi, dan sensori abon ikan rempah.
2. Melakukan kajian kelayakan ekonomi serta efektivitas penggunaan mesin pengaduk dalam industri skala kecil hingga menengah untuk produksi abon ikan rempah.
3. Evaluasi penggunaan kemasan lain, seperti MAP (*Modified Atmosphere Packaging*) guna mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas dan umur simpan abon ikan rempah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, D. R., Soekarto, T. S., and Hariyadi, P. 2012. Fat Hydrolysis in A Food Model System: Effect of Water Activity and Glass Transition. *International Food Research Journal*. 19(2): 737–741.
- Aditya, H. P., Herpandi, H., dan Lestari, S. 2016. Karakteristik Fisik, Kimia dan Sensoris Abon Ikan dari Berbagai Ikan Ekonomis Rendah. *Jurnal Fishtech*. 5(1): 61–72.
- Afandi, F. F., Christi, R. F., dan Putranto, W. S. 2023. Perbandingan Jumlah Total Bakteri, Kadar Lemak, dan Protein Susu Segar Pada Penyimpanan Suhu Rendah (4-6°C) dan Suhu Ruang. *Journal of Agricultural Sciences and Veteriner*. 11(2): 240–245.
- Afdillah, W., Sulaiman, I., dan Martunis, M. 2018. Pengaruh Kemasan Aluminium Foil dan Botol Kaca terhadap Umur Simpan Abon Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dengan Pendekatan Metode Arrhenius. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 3(3): 185–193.
- Agustini, S., Priyanto, G., Hamzah, B., Santoso, B., dan Pambayun, R. 2015. Pengaruh Modifikasi Proses Terhadap Kualitas Sensoris Kue Delapan Jam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 26(2): 107–115.
- Aisah, S., Saragih, B., dan Yuliani, Y. 2021. Pengaruh Formula Jantung Pisang Kepok (*Musa acuminata x balbisiana*) dan Daging Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Terhadap Nilai Gizi Abon. *Journal of Tropical AgriFood*. 2(2): 72.
- Alik, A. T., Sukmiwati, M., dan Sari, I. 2014. Studi Penerimaan Konsumen Terhadap Abon Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*. 19(1): 1–12.
- Alit, I. B., Susana, I. G. B., Mara, I. M., Sujita, S., dan Sutanto, R. 2019. Penggunaan Mesin Pengaduk pada Kelompok Usaha Pembuatan Dodol Buah. *Jurnal Karya Pengabdian*. 1(3): 121–125.
- Aminudin, M., dan Habib, I. 2009. Pengaruh Lamanya Penyimpanan terhadap Pertumbuhan Bakteri pada Nasi yang dimasak di *Rice Cooker* dengan Nasi yang Dikukus. *Mutiara Medika*. 9(2): 18–22.
- Amru, K., Chairul, C., dan Peratente, M. 2015. Pengaruh Jenis Pengaduk dan Waktu Fermentasi Terhadap Fermentasi Nira Nipah menjadi Bioetanol Menggunakan Yeast *Saccharomyces Cereviciae*. *Jom FTEKNIK*. 2(1): 1–7.

- Anam, C., Widyamurti, N., Praseptianga, D., Yulviatun, A., dan Himawanto, D. A. 2021. Aplikasi Mesin Pemasak Minuman Rempah Jahe (*Zingiber officinale*) dengan Pengaduk Otomatis di UKM Polanmadu. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*. 5(2): 199–206.
- Andiniyati, F., Bintari, S. H., Dewi, P., dan Mustikaningtyas, D. 2023. Profil Antioksidan Minuman Sari Tempe Berbahan Dasar Tepung Tempe Original dan Tepung Tempe Kelor. *Journal Life Science*. 12(1): 62–76.
- Anggo, A. D., Fahmi, A. S., dan Darmanto, Y. S. 2017. Energi Aktivasi Perubahan Nilai *Free Fatty Acid* pada Abon Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 1(2): 21–28.
- Anwar, C., Irhami, dan Kemalawaty, M. 2018. Pengaruh Jenis Ikan dan Metode Pemasakan terhadap Mutu Abon Ikan. *Jurnal Fishtech*. 7(2): 138–147.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC 18th edition.
- AOAC. 2019. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC 21st edition.
- Arfiati, D., Dina, K. F., Anugerah, P., Budiwardan, R. H., Lailiyah, S., Inayah, Z. N., Pratiwi, R. K., dan Cokrowati, N. 2021. *Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. UB Media.
- Ariningsih, S., Hasrini, R. F., dan Khoiriyah, A. 2020. Analisis Produk Santan Untuk Pengembangan Standar Nasional Produk Santan Indonesia. *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*, 231–238.
- Ariyanti, S., Soekardi, C., Suhada, R. T., dan Pratama, W. Y. 2017. Rancang bangun mesin penyangrai kacang tanah pada Industri Mochi di Sukabumi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 10(2): 53–59.
- Asiah, N., Cempaka, L., dan David, W. 2018. *Panduan Praktis: Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. UB Press.
- Astuti, S., Setyani, S., Suharyono, S., dan Nurezza, M. 2020. Pendugaan Umur Simpan Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Pada Kemasan Plastik Polietilen dengan Metode Akselerasi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 19(2): 95–107.
- Ayu, D. F., Efendy, R., Nopiani, Y., Saputra, E., dan Haryani, S. 2022. Pendugaan Umur Simpan Ikan Patin Salai Menggunakan Metode Akselerasi dengan Kemasan HDPE dan Teknik Pengemasan Aluminium Foil. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 14(1): 72–80.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Abon ikan, krustasea atau moluska*. SNI 7690:2019. BSN.

- Badu, S., Koniyo, Y., dan Tuiyo, R. 2013. Analisis Kandungan Mikroba Pada Permen Soba Alga Laut *Kappaphycus Alvarezii* Selama Penyimpanan. *Nike: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(3): 155–159.
- Basuki, E., Widyastuti, S., Prarudiyanto, A., Saloko, S., Cicilia, S., dan Amaro, M. 2019. *Buku Ajar Kimia Pangan*. Mataram University Press. Mataram.
- Bawinto, A. S., Mongi, E., dan Kaseger, B. 2015. Analisis Kadar Air, pH, Organoleptik, dan Kapang Pada Produk Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) Asap, di Kelurahan Girian Bawah, Kota Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 3(2): 55–65.
- Bilang, M., Dirpan, A., dan Sakinah, N. 2018. Pengaruh Pemanasan Berulang (*Tyndalisasi*) Saus Spaghetti Ikan Tuna Terhadap Daya Terima dan Pendugaan Umur Simpan dengan Metode Akselerasi Model Persamaan Arrhenius. *Canrea Journal*. 1(2): 98–106.
- Bouta, I. M., Abdul, A., dan Kandowangko, N. Y. 2020. Nilai Bilangan Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Virgin Coconut Oil Hasil Fermentasi yang Disuplementasi dengan Kunyit (*Curcuma longa L.*). *Jambura Edu Biosfer Journal*. 2(2): 51–56.
- Chandra, P., Enespa, E., Singh, R., and Arora, P. K. 2020. Microbial Lipases and Their Industrial Applications: A Comprehensive Review. *Microbial Cell Factories*. 19:169. BioMed Central.
- Chittrakorn, S., Earls, D., and MacRitchie, F. 2014. Ozonation as An Alternative to Chlorination for Soft Wheat Flours. *Journal of Cereal Science*. 60(1): 217–221.
- Dalimunthe, N. K., Saleh, A. J., dan Putri, A. A. 2024. Pengembangan *By Product* Ayam menjadi Abon Tiale Berbahan Dasar Hati Ayam dan Ikan Lele untuk Makanan Tambahan Anak Balita. *Darussalam Nutrition Journal*. 8(1): 34–42.
- De Garmo, E., Sullivan, W., dan Canada, W. 1994. *Engineering Economy*.
- Deni, S., Laboroto, S., dan Talib, A. 2024. Karakteristik Kimia dan Organoleptik Abon Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) dengan Waktu Pemasakan yang Berbeda. *AGRIKAN - Jurnal Agribisnis Perikanan*. 17(1): 518–528.
- Destiana, I. D., dan Mukminah, N. 2021. *Teknologi Minyak Lemak*. Polsub Press. Subang.
- Duah, M., Zhang, K., Liang, Y., Ayarick, V. A., Xu, K., and Pan, B. 2023. Immune Regulation of Polyunsaturated Fatty Acids and Free Fatty Acid Receptor 4. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 112: 109222.
- Fauzi, A., Surti, T., dan Rianingsih, L. 2016. Efektivitas Daun Teh (*Camellia sinensis*) sebagai Antioksidan pada Fillet Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forsk.*) Selama Penyimpanan Dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 5(4): 1–10.
- Feng, H., Xi, C., Hanyu, Y., and Wenxiang, G. 2024. Design of Automatic Cooking Pot. *Academic Journal of Engineering and Technology Science*. 7(4): 99–104.

- Gaga, L., Tahir, M., dan Antuli, Z. 2022. Pengaruh Lama Pemasakan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Abon Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Substitusi Jantung Pisang. *Jambura Journal of Food Technology*. 4(1): 45–63.
- Giménez, B., Graiver, N., Giannuzzi, L., and Zaritzky, N. 2021. Treatment of Beef With Gaseous Ozone: Physicochemical Aspects and Antimicrobial Effects on Heterotrophic Microflora and *Listeria Monocytogenes*. *Food Control*. 121: 1–9.
- Gunawan, S., Dwitasari, I., Rahmawati, N., Darmawan, R., Aparamarta, H. W., and Widjaja, T. 2022. Effect of Process Production on Antinutritional, Nutrition, and Physicochemical Properties of Modified Sorghum Flour. *Arabian Journal of Chemistry*. 15: 1–10.
- Hakim, L. 2016. Analisa Teoritis Laju Aliran Kalor Pada Ketel Uap Pipa Api Mini Industri Tahu di Tinjau dari Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh. *Jurnal Surya Teknika*. 1(4): 50–55.
- Hanum, G. R. 2018. *Buku Ajar Biokimia Dasar*. UMSIDA Press. Sidoarjo.
- Harjanti, D. W., dan Kusumaningrum, D. G. 2021. Pengaruh Lama Pemaparan Ozon Terhadap Kualitas Mikrobiologi dan Kandungan Nutrisi Susu Kambing Peranakan Ettawa. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 10(1): 1–5.
- Harsito, C., Prasetyo, A., Triyono, T., Akbar, A., Suseno, B. R., Rovianto, E., dan Akbar, H. I. 2022. Design manufacturing mesin pengaduk adonan roti. *Jurnal Litbang Industri*. 12(1): 7–14.
- Hartoyo, B., dan Rachma, Y. A. 2022. Pemanfaatan Teknologi Ozon Sebagai Green Technology pada Penanganan Hasil Pertanian. *Jurnal Agrifoodtech*. 1(2): 68–80.
- Haryati, Estiasih, T., Heppy, F., dan Ahmadi, K. 2015. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius pada Produk Tape Ketan Hitam Khas Mojokerto Hasil Sterilisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(1): 156–165.
- Hasany, M. R., Afrianto, E., dan Pratama, R. I. 2017. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) Model Arrhenius Pada Fruit Nori. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 8(1): 48–55.
- Herawati, H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4): 124–130.
- Heryani, S., Wardyanie, N. I. A., Aviana, T., dan Hasrini, R. F. 2020. Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kualitas Sosis Kering Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Warta Industri Hasil Pertanian/Journal of Agro-Based Industry*. 37(2). 180–186.
- Hutajulu, E. C., Nurjazuli, N., dan Wahyuningsih, N. E. 2020. Hubungan Jenis Minyak Goreng, Suhu, dan pH terhadap Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng Pedagang Penyetan. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 19(5): 375–378.

- Ihsan, R. Z., Cakrawati, D., Handayani, M. N., dan Handayani, S. 2017. Penentuan Umur Simpan Yoghurt Sinbiotik dengan Penambahan Tepung Gembolo Modifikasi Fisik. *Edufortech*. 2(1): 1–6.
- Indi, A., Hafid, H., Jayanti, R., Munadi, L. O., and Zulkarnain, D. 2023. Analysis of Physical, Chemical and Organoleptic Quality of Shredded Afkir Chicken with Different Meat Types. *Food Science and Technology*. 11(4): 199–209.
- Irawan, C., Awalia, T. N., dan Uthami, S. W. P. H. 2013. Pengurangan Kadar Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) dan Warna dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Adsorpsi menggunakan Campuran. *Konversi*. 2(2): 29–33.
- Iswari, K. 2021. Pendugaan Umur Simpan Cabai Giling Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* dengan Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Hortikultura*. 31(1): 71–80.
- Jamaluddin, P. 2018. *Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan*. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar. Makassar.
- Jasasila. 2017. Peningkatan Mutu Pemeliharaan Mesin Pengaruhnya Terhadap Proses Produksi Pada PT. Aneka Bumi Pratama (ABP) di Kabupaten Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 17(3): 96–102.
- Jimenez-Diaz, L., Caballero, A., and A, S. 2017. *Pathways for the Degradation of Fatty Acids in Bacteria*. Aerobic Utilization of Hydrocarbons, Oils and Lipids. Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology.
- Karo, Y. C. B., Nopianti, R., dan Lestari, S. D. 2017. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Mutu Abon Ikan Ekonomis Rendah Selama Penyimpanan. *Fishtech: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 6(1): 80–91.
- Kasmiati, K., Ekantari, N., Asnani, A., Suadi, S., dan Amir, H. 2020. Mutu dan Tingkat Kesukaan Konsumen terhadap Abon Ikan Layang (*Decapterus sp.*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 23(3): 470–478.
- Khanashyam, A. C., Shanker, M. A., Kothakota, A., Mahanti, N. K., and Pandiselvam, R. 2021. Ozone Applications in Milk and Meat Industry. *Ozone: Science and Engineering*. 50–65.
- Kustyawati, M. E. 2020. *Mikrobiologi Hasil Pertanian*. Pusaka Media. Bandar Lampung.
- Laksanawati, T. A., Khirzin, M. H., Meidayanti, K., Kuserawati, P. A., Kusuma, H. S., Darmokoesoemo, H., and Iqbal, M. 2024. Prediction of Shelf Life and Sensory Qualities of Beef Meatball with Biodegradable Taro Starch-Duck Bone Gelatin Packaging at Different Storage Temperatures. *Applied Food Research*. 4: 1–13.
- Leonita, S., Amar, A., Sukotjo, S., dan Irianto, H. 2022. Produksi Kacang Sangrai Menggunakan Semi-Penyangrai Mekanik di Desa Keranggan. *MITRA: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*. 6(1): 73–83.

- LKIP. 2023. *Laporan Kinerja Dinas Perikanan Kabupaten Lampung Barat Tahun 2022*. Dinas Perikanan Kabupaten Lampung Barat.
- Margaretha, C. S., Zhafir, F. N. N., Amalia, G. N., Wijayanti, N., dan Tawadzu, T. M. 2023. Pembuatan Abon Lele Lembaran: Inovasi Praktis dalam Pengolahan Abon Ikan. *Indonesian Journal of Food Technology*. 2(2): 236–244.
- Maulana, L., Nasution, S., dan Koostati, R. 2022. Analisis Angka Lempeng Total, Cemar Bakteri *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli* Pada Abon Ikan Lele. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 9(2): 321–340.
- Meikapasa, N. W. P., Pravitri, K. G., dan Arzani, L. D. P. 2024. Pendugaan Umur Simpan Saus Tomat Homemade Menggunakan Model Arrhenius pada Suhu Penyimpanan Berbeda. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*. 3(1): 1–10.
- Mirratunnisya, Dilla, P. F., Natalia, R., dan Muflihati, I. 2021. Pengaruh Penggunaan Bahan Baku Terhadap Karakteristik *Vegetable* Abon. *Agroindustrial Technology Journal*. 5(1): 44–53.
- Moris, A. O., Nur, M., Setyatwan, H., dan Setiawan, I. 2022. Pengaruh Pemaparan Gas Ozon terhadap Kadar Air, Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa pada *Azolla pinnata*. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*. 22(1): 1–5.
- Muchtar, F., dan Hastian, H. 2023. Analisis Karakteristik Organoleptik Ikan Tuna Asap yang Dihasilkan dengan Metode Pengasapan Tradisional di Desa Malalanda Kecamatan Kulisusu Kabupaten Buton Utara. *Jurnal Pertanian Khairun*. 2(1): 141–146.
- Muhammad, M., Dewi, E. N., dan Kurniasih, R. A. 2019. Oksidasi Lemak Pada Ikan Ekor Kuning (*Caesio cuning*) Asin dengan Konsentrasi Garam yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*. 1(2): 67–75.
- Murrinie, E. D., dan Lestari, S. A. F. A. P. 2024. Pengaruh Suhu dan Wadah Penyimpanan terhadap Kadar Air dan Perkecambahan Benih Kawista (*Feronia limonia* (L.) Swingle). *Proceedings Series on Physical dan Formal Sciences*. 7: 1–6.
- Mursalin, M., Surhaini, S., dan Yulia, A. 2014. Stabilitas Termal Minuman Emulsi dari Pekatan Karoten Minyak Sawit Merah Selama Penyimpanan. *Konversi*. 3(1): 37–45.
- Mutia, A., dan Razak, A. 2018. Effect of Giving Fermented Liquid Areca Cathecu L. and Surian Leaves (*Toona Sinensis ROXB.*) on Tilapia Wounds (*Oreochromis niloticus* L.). *Jurnal Bio Sains*. 1(1): 41–50.
- Nafsiyah, I., Diachanty, S., Lestari, S., dan Syukerti, N. 2023. Pengolahan Abon Lele tanpa Minyak di Desa Buyut Ilir Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Nusantara Mengabdi*. 2(2): 79–86.
- Nguju, A. L., Kale, P. R., dan Sabtu, B. 2018. Pengaruh Cara Memasak yang Berbeda Terhadap Kadar Protein, Lemak, Kolesterol dan Rasa Daging Sapi Bali. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 5(1): 17–23.

- Ninsix, R., Azima, F., Novelina, dan Nazir, N. 2018. Metode Penetapan Titik Keritis, Daya Simpan dan Kemasan Produk Instan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 7(1): 46–52.
- Nisa, K., Yulistiani, R., Wicaksono, L. A., Priyanto, A. D., Estiasih, T., dan Putranto, A. W. 2022. Pola Pertumbuhan Bakteri, Perubahan pH dan Viskositas Susu Pasteurisasi Pulsed Electric Field (PEF) dengan Pre-Heating Selama Penyimpanan Suhu Refrigerator. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 7(6): 5681–5692.
- Nugroho, A., dan Redjeki, A. S. 2015. Pengaruh Waktu Pemanasan Pada Pembuatan Senyawa Alum dari Limbah Foil Blister untuk Keperluan Industri Farmasi. *Jurnal Konversi*. 4(2): 1–8.
- Nursito, J., Hustiany, R., dan Wibowo, A. D. 2021. Sistem Kemasan Aktif dari Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Berbentuk Sachet Pada Keripik Singkong. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 13(2): 50–57.
- Nusi, T. S. I., Naiu, A. Si., dan Dali, F. A. 2015. Pendugaan Umur Simpan Abon Ikan Tongkol Asap. *Nike: Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*. 3(3): 103–105.
- Oceanic, I. A. M., Gunadnya, I. B. P., dan Widia, I. W. 2017. Pendugaan Waktu Kedaluwarsa Pendistribusian Manisan Salak Menggunakan Metode Q10. *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*. 5(1): 1–11.
- Patty, P. V. 2015. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Ranciditas Minyak Kelapa yang Diproduksi Secara Tradisional. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*. 1(2): 146–152.
- Prabawa, S., Putri, D. K. R., Kawiji, K., dan Yudhistira, B. 2021. Pengaruh Variasi Waktu Ozonisasi dan Suhu Penyimpanan terhadap Karakteristik Fisika, Kimia, dan Sensoris Pada Daging Ayam Broiler (*Gallus domesticus*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 9(2): 168–184.
- Pramudya, P. A., Fahmi, A. S., dan Rianingsih, L. 2022. Optimasi Suhu dan Waktu Pengeringan Nori Berbahan Baku Ulva lactuca dan *Gelidium sp.* dengan Penambahan Perisa Bubuk Kepala Udang Menggunakan Response Surface Methodology. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*. 4(2): 100–109.
- Prasetyaningrum, A., Ratnawati, R., Jos, B., Dharmawan, Y., dan Purwati, D. 2019. *Aplikasi Teknologi Ozonasi untuk Pengolahan Bahan Makanan dan Pembuatan Obat Hayati*. Andrew's Disease of the Skin Clinical Dermatology. (Cetakan 1). FKM UNDIP Press. Semarang.
- Pratama, R. I., Rostini, I., dan Rochima, E. 2018. Profil Asam Amino, Asam Lemak dan Komponen Volatil Ikan Gurame Segar (*Osphronemus gouramy*) dan Kukus. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2): 218–231.
- Preetha, S. S., dan Narayanan, R. 2020. Factors Influencing the Development of Microbes in Food. *Shanlax International Journal of Arts, Science and Humanities*. 7(3): 57–77.

- Purnomo, A., Ilza, M., dan Sukmiwati, M. 2015. Pengaruh Kemasan Ganda Terhadap Mutu Biskuit yang Mengandung Minyak Ikan Jambal Siam. *JOM: Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. 2(2): 1–17.
- Purwanti, M., Sudarwanto, M., Rahayu, W. P., dan Sanjaya, A. W. 2009. Pengaruh Berbagai Kondisi Preparasi dan Penyimpanan Susu Formula Pada Pertumbuhan Spora *Bacillus cereus* dan *Clostridium perfringens*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(1): 1–8.
- Puspita, D. A., Agustini, T. W., dan Purnamayati, L. 2019. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Garam terhadap Kadar Asam Glutamat pada Bubuk Bekasam Ikan Lele (*Clarias batracus*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 3(1): 110–115.
- Puspitasari, A. W., Ruzuqi, R., Ernawati, E., Sukmawati, S., Badaruddin, M. I., Amri, I., Hetharia, C., Latifah, L., Manurung, M., Tabalessy, R. R., Kamaruddin, M., dan Abadi, A. S. 2022. Analisis Angka Lempeng Total Mikroba Pada Ikan Asin di Kepulauan Ayau, Papua Barat. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan*. 4(3): 192–198.
- Putra, M. R. P. 2010. Pendugaan Umur Simpan Keripik Wortel (*Daucus carota* L.) Dalam Kemasan Aluminium Foil dengan Metode Akselerasi. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rahkadima, Y. T., dan A'yuni, Q. 2017. Transesterifikasi Minyak Dedak Padi Secara in-Situ dengan Bantuan Gelombang Mikro. *Journal of Research and Technology*. 3(2): 54–62.
- Rahmawati, Y. D. 2021. Pengaruh Penambahan Antioksidan Simplisia Kunyit terhadap Angka Peroksida Minyak Kacang Tanah. *Eksergi*. 18(2): 56–59.
- Ratri, R. R. 2017. Sintesis Asam 5-asetil-2-hidroksibenzoat dari Metil Salisilat dalam Minyak Gandapura dengan Variasi Mol Anhidrida Asetat serta Uji Aktivitas Antioksidan. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang.
- Renol, Finarti, Akbar, M., dan Wahyudi, D. 2020. Mutu Kimia dan Organoleptik Abon Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) pada Berbagai Lama Penggorengan. *KAUDERNI : Journal of Fisheries, Marine and Aquatic Science*. 2(1): 82–89.
- Rieuwpassa, F. J., Karimela, E. J., dan Karaeng, M. C. 2020. Analisis Fisiko Kimia Konsentrat Protein Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diekstrak Menggunakan Pelarut Etanol. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 11(1): 45–52.
- Ritonga, A. M., Masrukhi, dan Siswantoro. 2020. Pendugaan Umur Simpangula Kelapa Kristal Menggunakan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 21(1): 11–18.
- Rokana, E., Akbar, M., dan Arie, D. 2022. Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Kualitas Organoleptik dan Fisik Biskuit Biosuplemen. *Jurnal Buana Sains*. 22(3): 137–150.

- Rosida, D. F. 2011. *Reaksi Maillard Mekanisme dan Peran dalam Pangan dan Kesehatan*. Yayasan Humaniora. Bandung.
- Rusli, M. S., Nuryanti, A., Fitria, R., Budiani, A. R., dan Fiprina, N. F. 2022. Pendugaan Umur Simpan Produk Minuman Ginger Latte Menggunakan Model Arrhenius. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 32(2): 188–196.
- Salam, F., Liputo, S. A., Une, S., Gorontalo, U. N., Gorontalo, U. N., Studi, P., Pangan, T., Pertanian, F., Gorontalo, U. N., dan Purut, D. J. 2021. Pengaruh Penambahan Daun Jeruk Purut (*Citrus hyrstix D. C.*) terhadap Kerusakan Abon Ikan Tongkol (*Euthynnus affinnis*) Selama Penyimpanan. *Jambura Journal of Food Technology*. 3(2): 27–37.
- Saputra, R. R., Sarwono, dan Sukarti, K. 2020. Peningkatan Protein dan Lemak Ikan Nila Jantan (*Oreochromis niloticus*) Setelah Diberi Pakan Buatan dengan Tambahan (*Azolla microphylla*). *Jurnal Aquawarman*. 6(1): 182–190.
- Saragih, M. R. A., Martunis, dan Sulaiman, I. 2019. Pengaruh Kemasan Plastik Polietilen dan Polipropilen terhadap Umur Simpan Abon Ikan Tongkol (*Katsuwonus pelamis*) dengan Menggunakan Model Arrhenius. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. 4(2): 317–328.
- Sari, Y., and Juwitaningtyas, T. 2022. Estimating the Shelf Life of Balado “DR” Cassava Chips Based on Free Fatty Acid Parameters with the Accelerated Shelf-Life Test Method Arrhenius Model. *Journal of Applied Food Technology*. 9(2): 47–52.
- Sartika, D., Ibrahim, G. A., dan Julita, S. 2024. Sensory Characteristics of Sheradded Spiced Fish Formulations with Different Processing Treatments. *AQUASAINS: Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 12(2): 1474–1483.
- Schiaffi, V., Barras, F., and Bouveret, E. 2024. Matching the  $\beta$ -oxidation gene repertoire with the wide diversity of fatty acids. *Elsevier: Current Opinion in Microbiology*. 77: 1–11.
- Setiasih, I. S., Rialita, T., Sumanti, D. M., Hanidah, I. I., dan Zulhaida, G. 2018. Pengaruh Ozonisasi terhadap Kekerasan, Kadar Air, Vitamin C, dan Total Mikroorganisme pada Belimbing (*Averrhoa carambola*) Selama Penyimpanan. *AgriTECH*. 38(4): 450–455.
- Sinambela, T. A., Putri, R. M. S., dan Apriandi, A. 2020. Pemanfaatan Daging Trimmed dan Belly Ikan Todak (*Tylosurus crocodilus*) pada Pembuatan Abon Ikan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 9(1): 30–42.
- Sudarsono, D., Rismana, E., Suharno, S. M., Khojayanti, L., dan Srijanto, B. 2021. Validasi Proses Kristalisasi Dekstrosa Monohidrat Kualitas Mikrobiologi Sistem Batch Pada Skala Bench. *Jurnal Teknik Kimia*. 27(2): 46–53.
- Sujuliyani, Dharmayanti, N., Rini, N. S., dan Lathifa, A. S. 2021. Penentuan Umur Simpan Abon Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Di UMKM Maha Karya, Kabupaten Pangandaran. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*. 3(2): 71–81.

- Sulistiyati, T. D., Tambunan, J. E., Hardoko, H., Suprayitno, E., Sasmito, B. B., Chamidah, A., Panjaitan, M. A. P., Djamaludin, H., Putri, L. A. H. F. N., dan Kusuma, Z. R. A. 2022. Karakteristik Organoleptik Abon Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) dengan Penambahan Jantung Pisang. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 6(1): 10–19.
- Sulistyo, E., dan Yudo, E. 2018. Rancang Bangun Mesin Pengaduk Sambal Lingkung untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Industri Rumah Tangga. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 1–6.
- Suparno, S., Saputera, S., Andanu, O., Kusumadati, W., dan Pratama, A. S. 2023. Formulasi Ikan Gabus (*Channa striata*) dan Daun Sungkai (*Alburtisia papuana Becc*) terhadap Kualitas Abon. *Agroindustrial Technology Journal*. 7(2): 37–49.
- Suprayitno, E. 2020. Kajian Kesegaran Ikan di Pasar Tradisional dan Modern Kota Malang. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(2): 289–295.
- Supriatna, I. G. R., Putra, G. P. G., dan Suhendra, L. 2018. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius Pada Destilat Cuka Fermentasi Hasil Samping Cairan Pulpa Kakao. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 6(2): 178–188.
- Susanty, A., Yustini, P. E., dan Nurlina, S. 2019. Pengaruh Metode Penggorengan dan Konsentrasi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus streatus*) Terhadap Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Abon Udang (*Panaeus indicus*). *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 13(1): 80–88.
- Susilo, Y., Aji, A. R. S., dan Mukti, A. T. 2021. Efek Teknologi Lucutan Plasma Pada Organoleptik Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 23(1): 16–27.
- Syafira, Supardianningsih, dan Nugraha, M. 2018. Identification of Water Vapour Transmission Rate (WVTR) of Aluminum Foil Packaging Barrier using The Gravimetric Testing Method. *Jurnal Publipreneur: Politeknik Negeri Media Kreatif*. 6(1): 49–54.
- Tarawendah, I. P. 2017. Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 5(2): 66–73.
- Taufikurahman, M. 2020. *Rancang bangun mesin pengaduk pakan ternak (unggas)*. Universitas Muhammadiyah Mataram. Mataram.
- Wahyudiati, D. 2017. *Biokimia*. LEPPIM Mataram. Mataram
- Wahyuni, S., Ukthy, N., Akbardiansyah, A., dan Fitriani, F. 2023. Analisis Perubahan Nilai Gizi Selama Proses Pembuatan Abon Ikan Tuna (*Thunus sp.*) di Koperasi Aceh Food Jelly. *Journal Fish Protech*. 6(2): 92–97.
- Wangsa, M. A. I. A., Sofiadi, M., Kerina, A., Ardita, Y., dan Syukur, A. 2021. Pengolahan Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Menjadi Abon untuk Meningkatkan Pendapatan Keluarga Nelayan di Desa Ketapang Raya, Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 4(3): 69–76.

- Wazir, H., Chay, S. Y., Zarei, M., Hussin, F. S., Mustapha, N. A., Ibadullah, W. Z. W., and Saari, N. 2019. Effects of Storage Time and Temperature on Lipid Oxidation and Protein Co-Oxidation of Low-Moisture Shredded Meat Products. *Antioxidants*. 8(486): 1–17.
- Wibisono, M. A., Abduh, S. B. M., dan Pramono, Y. B. 2016. Perubahan Total Bakteri, pH, dan Melanoidin Susu Selama Pemanasan Suhu 70°C. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(1): 23–27.
- Wibowo, T. A., Untari, D. S., dan Anwar, R. 2021. Tingkat Penerimaan Masyarakat Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Segar dengan Habitat yang Berbeda. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*. 12(1): 72–79.
- Widiati, A. 2019. Peranan Kemasan (Packaging) dalam Meningkatkan Pemasaran Produk Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) di “Mas Pack” Terminal Kemasan Pontianak. *JAAKFE UNTAN (Jurnal Audit dan Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Tanjungpura)*. 8(2): 67–76.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi Edisi Terbaru*. M-Brio Press. Bogor.
- Yao, W., Liu, K., Liu, H., Jiang, Y., Wang, R., Wang, W., and Wang, T. 2021. A Valuable Product of Microbial Cell Factories: Microbial Lipase. *Frontiers in Microbiology*. 12: 1–16.
- Yuliani, Y., Septiansyah, A., dan Emmawati, A. 2021. Karakteristik Organoleptik dan Kadar Serat Kasar Abon dari Formulasi Daging Ikan Patin dan Jantung Pisang Kepok. *Journal of Tropical AgriFood*. 3(1): 23–30.
- Yuniati, R., Nurtari, R. Y., Annaafi, A. D., Priguna, T. M., Anggita, V. D., Kusumaningrum, N., Saraswati, I., Muslimin, M., Putra, F. E., dan Hardian, H. 2024. Pengaruh Waktu Pemanasan dan Pengasaman Terhadap Kadar Albumin Ekstrak Ikan Gabus. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 27(2): 104–111.
- Yuwono, S. S., Immaroh, N. Z., dan Harijono, H. 2023. Pendugaan Umur Simpan dan Perubahan Asam Lemak Abon Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 24(3): 229–240.
- Zhu, F. 2018. Effect of Ozone Treatment on The Quality of Grain Products. *Food Chemistry*. 1–33.