

**PENGARUH LAMA PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-C TERHADAP  
UMUR SIMPAN DAN KUALITAS GIZI (KARBOHIDRAT, PROTEIN  
DAN LEMAK) TEMPE (*Rizopus oryzae*)**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ROSEFI ZAHARIL MAULA**  
**NIM. 18640019**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

## **HALAMAN PENGANTAR**

**PENGARUH LAMA PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-C TERHADAP  
UMUR SIMPAN DAN KUALITAS GIZI (KARBOHIDRAT, PROTEIN DAN  
LEMAK) TEMPE (*Rhizopus oryzae*)**

## **SKRIPSI**

Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:  
ROSEFI ZAHARIL MAULA  
NIM. 18640019

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH LAMA PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-C TERHADAP  
UMUR SIMPAN DAN KUALITAS GIZI (KARBOHIDRAT, PROTEIN DAN  
LEMAK) TEMPE (*Rhizopus oryzae*)

### SKRIPSI

Oleh:  
ROSEFI ZAHARIL MAULA  
NIM. 18640019

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Pada tanggal: 5 Desember 2022

Pembimbing I



Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes  
NIP. 19750808 199903 1 003

Pembimbing II



Dr. Umayyatus Syarifah, MA.  
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui  
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si  
NIP. 1974073 0200312 1 002

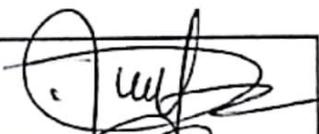
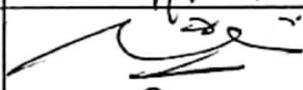
## HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH LAMA PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET-C  
TERHADAP UMUR SIMPAN DAN KUALITAS GIZI  
(KARBOHIDRAT, PROTEIN DAN LEMAK)  
TEMPE (*Rhizopus oryzae*)

### SKRIPSI

Oleh:  
ROSEFI ZAHARIL MAULA  
NIM. 18640019

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji  
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Pada Tanggal: 15 Desember 2022

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| Penguji Utama      | <u>Dr. M. Tirono, M.Si</u><br>NIP. 19641211 199111 1 001        |  |
| Ketua Penguji      | <u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u><br>NIP. 19811119 200801 2 009     |  |
| Sekretaris Penguji | <u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u><br>NIP. 19750808 19903 1 003  |  |
| Anggota Penguji    | <u>Dr. Umaiatus Syarifah, MA.</u><br>NIP. 19820925 200901 2 005 |  |

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Fisika  
  
Dr. Tjani Tazi, M.Si  
NIP. 19740730 200312 1 002



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rosfi Zaharil Maula

Nim : 18640019

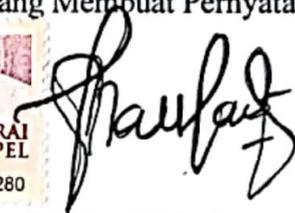
Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Lama Paparan Sinar Ultraviolet-C Terhadap Umur Simpan dan Kualitas Gizi (Karbohidrat, Protein, dan Lemak) Tempe (*Ryzopus oryzae*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dalam naskah ini yang disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka yang saya gunakan. Apabila hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 4 Oktober 2022  
Yang Membuat Pernyataan



Rosfi Zaharil Maula  
NIM. 18640019

**MOTTO**

**“SELESAIKAN APA YANG SUDAH DIMULAI, CARI TITIK  
TERNYAMAN HINGGA TERCAPAI”**

من لا يرحم لا يرحم

“Barang Siapa Tidak Menyanyangi, Maka Tidak Akan Disayangi”

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta memberikan kesehatan, kebahagiaan dan kasih sayang sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam tetap tercurah limpahkan kepada Rasulullah SAW atas syafa'at beliau sehingga terwujudnya peradaban keilmuan yang luas dan terus berkembang. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya tercinta, terimakasih selalu menyayangi dan mendo'akan saya, khususnya pada pengerjaan skripsi ini, Bapak Drs. Sunarko dan Ibu Siti Sholihah, S.Pd.I semoga Allah selalu melimpahkan kebahagiaan dan kemudahan di dunia maupun akhirat.
2. Diri saya, terimakasih telah berjuang sampai dititik ini
3. Para dosen, pembimbing, admin jurusan dan laboran yang telah memberikan ilmu pengetahuan, dan masukan, semoga ilmu yang diberikan bermanfaat didunia dan akhirat.
4. Almamater saya, Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan Ma'had Sunan Ampel Al-aly UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Semua teman terbaik dengan nama dan kisah yang selalu terkenang, Khususnya Great of Physics (Fisika Angkatan 2018), Musyrif/ah Majesty'90, Wanita Sholihah, Hapi Holiday, Tim Jaga Lilin, USA'90 46&47, Djraa'01 41, Djraa'12 34&35, dan Teman-teman Gasek Community yang telah membantu serta mendo'akan dan memberi semangat sehingga dapat terselesaikannya skrtipsi ini.

Terima kasih kepada pihak yang telah mendo'akan dan memberi semangat kepada saya. Semoga Allah senantiasa membalas kebaikan dan menjadikan kita manusia yang berguna dan selamat baik didunia dan akhirat.

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Lama Paparan Sinar Ultraviolet-C Terhadap Umur Simpan dan Kualitas Gizi (Karbohidrat, Protein, dan Lemak) Tempe (*Rizopus oryzae*)”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia mencapai peradaban yang lebih moderat serta membina manusia dalam keluasan wawasan disertai dengan akhlaq.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes., dan Dr. Umaiyatus Syarifah, MA. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulisan sehingga mampu menyelesaikan skripsi dengan baik.

5. Dr. M. Tirono, M.Si dan Dr. Erna Hastuti, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan ide dan moral.
6. Seluruh Dosen Fisika UIN Malang yang telah sabar memberikan ilmunya terhadap saya.
7. Orangtua dan keluarga yang tak lelah mendukung dan memberikan doa hingga saat ini.
8. Teman-teman fisika semua angkatan dan teman-teman Biofisika yang selalu membantu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan membantu motivasi, doa dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, 31 Januari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |              |
|---|--------------|
| <b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....                                | <b>ii</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....                              | <b>iii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                               | <b>iv</b>    |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....                      | <b>v</b>     |
| <b>MOTTO</b> .....  | <b>vi</b>    |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                              | <b>vii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                   | <b>ix</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                       | <b>xi</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                    | <b>xiv</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                  | <b>xv</b>    |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>xvi</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>xvii</b>  |
| <b>ملخص البحث</b> .....                                       | <b>xviii</b> |
| <br>  |              |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                | <b>1</b>     |
| 1.1 Latar Belakang .....                                      | 1            |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                     | 4            |
| 1.3 Tujuan .....  | 4            |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                     | 5            |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                  | 5            |
| <br>  |              |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                          | <b>7</b>     |
| 2.1 Sinar Ultraviolet .....                                   | 7            |
| 2.1.1 Pengertian Sinar Ultraviolet .....                      | 7            |
| 2.1.2 Intensitas sinar ultraviolet .....                      | 9            |
| 2.2 Sinar Ultraviolet C .....                                 | 11           |
| 2.2.1 Interaksi Sinar UV-C Terhadap Materi .....              | 11           |
| 2.2.2 Mekanisme Desinfeksi Pada Materi .....                  | 12           |
| 2.3 Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....                     | 15           |
| 2.3.1 Kandungan Gizi Tempe .....                              | 15           |
| 2.3.2 Proses Fermentasi & Pembersukan Tempe .....             | 21           |
| <br>  |              |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....                        | <b>23</b>    |
| 3.1 Jenis Penelitian .....                                    | 23           |
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....                         | 23           |
| 3.3 Alat dan Bahan .....                                      | 23           |
| 3.3.1 Alat Penelitian .....                                   | 23           |
| 3.3.2 Bahan Penelitian .....                                  | 24           |
| 3.4 Desain Penelitian .....                                   | 25           |
| 3.5 Rancangan Penelitian .....                                | 26           |
| 3.5.2 Penentuan umur simpan terhadap paparan UV-C .....       | 26           |
| 3.5.2 Penentuan Kadar Karbohidrat (Metode Luff Schoorl) ..... | 27           |
| 3.5.3 Penentuan Kadar Protein (Metode Biuret) .....           | 29           |
| 3.5.4 Penentuan Kadar Lemak (Metode Soxlet) .....             | 30           |
| 3.7 Teknik Pengambilan Data .....                             | 31           |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.8 Teknik Analisis Data .....  | 32        |
| 3.8.1 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C .....   | 33        |
| 3.8.2 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Gizi<br>Karbohidrat.....   | 33        |
| 3.8.3 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Protein .....  | 34        |
| 3.8.4 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Lemak.....   | 34        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>35</b> |
| 4.1 Data Hasil Penelitian .....   | 35        |
| 4.1.1 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Umur Simpan Tempe<br>( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....                                      | 36        |
| 4.1.2 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kadar Karbohidrat Tempe<br>( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....                                | 40        |
| 4.1.3 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kadar Protein Tempe<br>( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....                                    | 44        |
| 4.1.4 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kadar Lemak Tempe<br>( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....                                      | 49        |
| 4.2 Pembahasan .....  | 51        |
| 4.2.1 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Umur Simpan Tempe<br>( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....                                      | 51        |
| 4.2.2 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kandungan Gizi<br>(Karbohidrat, protein, dan Lemak) Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ) ..... | 53        |
| 4.3 Integrasi Keislaman .....   | 58        |
| 4.3.1 Manfaat Sinar Ultraviolet-C .....   | 58        |
| 4.3.2 Kualitas Gizi Makanan .....   | 59        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>  | <b>61</b> |
| 5.1 Simpulan.....   | 61        |
| 5.2 Saran.....  | 61        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>63</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>  | <b>68</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Posisi panjang gelombang UV-C efektif untuk disinfeksi ..... | 13 |
| Gambar 2.2 Panjang gelombang optimum 254 nm.....                        | 13 |
| Gambar 2.3 Pengaruh UV terhadap sel hidup.....                          | 14 |
| Gambar 2.5 Reaksi hidrolisa lemak .....                                 | 21 |
| Gambar 3.1 Desain rancangan alat (tampak luar dan tampak dalam).....    | 25 |
| Gambar 3.2 Diagram Penelitian .....                                     | 32 |
| Gambar 4.1 Grafik Umur Simpan Tempe ( <i>Rizopus oryzae</i> ) .....     | 39 |
| Gambar 4.2 Grafik % Kadar Karbohidrat .....                             | 44 |
| Gambar 4.3 Grafik % Kadar Protein.....                                  | 49 |
| Gambar 4.4 Grafik % Kadar Lemak .....                                   | 52 |

## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1  | Sumber komposisi pangan Indonesia Gizi Masyarakat .....                    | 17 |
| Tabel 2.2  | Standar mutu gizi tempe.....   | 17 |
| Tabel 3.1  | Kategori Tempe Busuk.....  | 27 |
| Tabel 3.2  | Konversi glukosa metode luff schrool .....                                 | 28 |
| Tabel 3.3  | Penentuan Lama Penyimpanan Umur Simpan Tempe.....                          | 33 |
| Tabel 3.4  | Pengaruh Kadar Karbohidrat pada Tempe .....                                | 33 |
| Tabel 3.5  | Pengaruh Kadar Protein pada Tempe.....                                     | 34 |
| Tabel 3.6  | Pengaruh Kadar Lemak pada Tempe .....                                      | 34 |
| Tabel 4.1  | Data Hasil Penelitian Umur Simpan Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ).....     | 38 |
| Tabel 4.2  | Hasil Uji ANOVA Umur Simpan Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ).....           | 40 |
| Tabel 4.3  | Hasil Uji DMRT 5% Umur Simpan Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....        | 40 |
| Tabel 4.4  | Data Hasil Penelitian Karbohidrat Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ).....     | 43 |
| Tabel 4.5  | Hasil Uji Faktorial Kadar Karbohidrat Tempe( <i>Ryzopus oryzae</i> ) ..... | 45 |
| Tabel 4.6  | Hasil Uji DMRT 5% Karbohidrat Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....        | 45 |
| Tabel 4.7  | Data Hasil Penelitian Kadar Protein Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ).....   | 48 |
| Tabel 4.8  | Hasil Uji Faktorial Kadar Protein Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ).....     | 50 |
| Tabel 4.9  | Hasil Uji DMRT 5% Kadar Protein Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....      | 50 |
| Tabel 4.10 | Data Hasil Penelitian Kadar Lemak Tempe ( <i>Ryzopus oryzae</i> ) .....    | 52 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1 Perhitungan Kadar Karbohidrat ..... | 71 |
| Lampiran 2 Perhitungan Kadar Protein.....      | 74 |
| Lampiran 3 Data Hasil Lemak .....              | 76 |
| Lampiran 4 Data Hasil DMRT.....                | 77 |
| Lampiran 6 Dokumentasi Tempe.....              | 78 |
| Lampiran 5 Dokumentasi Kegiatan .....          | 79 |
| Lampiran 6 Bukti Konsultasi Skripsi .....      | 82 |

## ABSTRAK

Maula, Rosfi Zaharil. 2022. **Pengaruh Lama Paparan Sinar Ultraviolet-C Terhadap Umur Simpan dan Kualitas Gizi (Karbohidrat, Protein dan Lemak) Tempe (*Ryzopus oryzae*)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes (II) Dr Umayatus Syarfah, MA.

---

**Kata Kunci:** Sinar UV-C, Umur Simpan, Karbohidrat, Protein, Lemak, Tempe (*Ryzopus oryzae*)

Tempe (*Ryzopus oryzae*) merupakan makanan tradisional khas Indonesia yang umur simpannya tidak lama karena fermentasi lanjutan dari bahan dasar tempe. Upaya untuk menambah umur simpan dan menjaga kualitas tempe salah satunya dengan radiasi. Sinar UV-C merupakan suatu energi non pengion yang mampu mempengaruhi fungsi sel sehingga mengubah stuktur sel hingga menonaktifkan sel mikroorganisme yang pada penelitian ini dapat mempengaruhi kapang pada tempe. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap umur simpan dan kualitas gizi (karbohidrat, protein dan lemak) tempe (*Ryzopus oryzae*). Metode pada penelitian ini diawali dengan pemilihan sampel tempe dengan umur simpan  $\pm$  30 jam kemudian dipapari dengan variasi lama paparan 30 menit, 40 menit, 50 menit dan 60 menit dengan intensitas  $130 \text{ mW/cm}^2$  dengan jarak paparan 12 cm dari sampel, pengujian kadar karbohidrat dengan uji luff school, kadar protein dengan uji biuret, dan kadar lemak dengan uji soxhlet. Hasil penelitian menunjukkan kelompok kontrol memiliki umur simpan sampai umur tempe mengalami pembusukan pada 99 jam, kadar karbdidrat 3,99 %, kadar protein 3,39 % dan kadar lemak 5,57 %. Lama paparan UV-C pada 60 menit menghasilkan umur simpan 141 jam, kadar karbohidrat 8,58 %, kadar protein 5,63% dan kadar lemak 10,3 %. Lama paparan mempengaruhi umur simpan dan mempertahankan kualitas gizi (karbohidrat, protein dan lemak), semakin lama paparan umur simpan semakin lama karena sinar UV-C dapat mempengaruhi jumlah bakteri dan menghambat pertumbuhan kapang yang menjadi sebab cepatnya pembusukan.

## ABSTRACT

Khusna, Siti Nailul. 2017. **The Effect of Adding Activated Carbon (AC) During Synthesis  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  (LTO) as Anode Material in Lithium Ion Battery**. Thesis. Physics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor: (I) Erna Hastuti, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

---

**Keywords:** UV-C light, shelf life, Carbohydrates, Protein, Fat, Tempe (*Ryzopus oryzae*)

Tempeh (*Ryzopus oryzae*) is a traditional Indonesian food that cannot last long due to fermentation of the basic ingredients of tempeh. One of the ways to increasing the durability and maintaining the quality of tempeh is radiation. UV-C light is a non-ionizing energy that can affect cell function by changing the structure to deactivate microorganism cells that can affect mold in tempeh. This study aims to determine the effect long exposure to UV-C light on durability and nutritional quality (carbohydrates, proteins and fat) tempeh (*Ryzopus oryzae*). The method in this study begins with the selection of samples tempeh with a shelf life of 30 hours and then exposed to a variation of exposure time of 30 minutes, 40 minutes, 50 minutes and 60 minutes with an intensity of 130 mW/cm<sup>2</sup> with exposure distance 12 cm from the sample, the carbohydrate content was tested using the luff schrool test, the protein content was using the Biuret test, and the fat content was using the Soxhlet test. The results showed that the control group had a shelf life until the age of tempeh decomposes at 99 hours, the carbohydrate content is 3.99%, content 3.39% protein and 5.57% fat content. Long exposure to UV-C at 60 minutes produces shelf life 141 hours, carbohydrate content 8.58%, protein content 5.63% and fat content 10.3%. Exposure time affects shelf life and maintains nutritional quality (carbohydrates, proteins and fats), the longer the exposure the longer the shelf life because UV-C rays can affect the number of bacteria and inhibit the growth of the mold be the cause of rapid decay.

## ملخص البحث

مولي، رشفي زهر. 2022. تأثير التعرض الطويل لأشعة UV-C على العمر الافتراضي والجودة الغذائية (الكربوهيدرات والبروتين والدهون) من التيمبيه (*Ryzopus oryzae*). البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة: (I) الدكتور الحاج اكوس مليانا، (II) الدكتور امية الشريفة

الكلمات الرئيسية: ضوء الأشعة UV-C ، عمر الافتراضي ، كربوهيدرات، بروتين، دهون، تيمبيه.

تيمبيه (*Ryzopus oryzae*) هو طعام إندونيسي تقليدي تكون مدة صلاحيته قصيرة بسبب التخمر المستمر للمكونات الأساسية للتيمبيه. الجهود المبذولة لزيادة العمر الافتراضي والحفاظ على جودة تيمبي واحد منهم بالإشعاع. ضوء UV-C هو طاقة غير مؤينة قادرة على التأثير على وظيفة الخلية بحيث تغير بنية الخلية لتعطيل خلايا الكائنات الحية الدقيقة التي يمكن أن تؤثر في هذا البحث على العفن في درجة الحرارة. بدأت الطريقة في هذا البحث باختبار عينات من درجة الحرارة بعمر افتراضي ٣٠ ساعة ثم تعرضت للتغيرات في وقت التعرض ٣٠ دقيقة و ٤٠ دقيقة و ٥٠ دقيقة و ٦٠ دقيقة بكتافة ١٣٠ ميغاواط / سم<sup>٢</sup> مع مسافة تعرض ١٢ سم من العينة ، واختبار محتوى الكربوهيدرات باستخدام luff schrool ، ومحتوى البروتين عن طريق اختبار biuret ، ومحتوى الدهون عن طريق اختبار soxhlet. أظهرت النتائج أن المجموعة الضابطة كان لها عمر تخزيني يصل إلى ٩٩ ساعة، ومحتوى الكربوهيدرات ٣،٩٩٪، ومحتوى البروتين ٣،٣٩٪، ومحتوى الدهون ٥،٥٧٪. وقت التعرض للأشعة نتج عنه عمر تخزيني قدره ١٤١ ساعة، ٨،٥٨٪ محتوى كربوهيدرات، ٥،٦٣٪ بروتين و ١٠،٣٪ محتوى دهني. تؤثر مدة التعرض على العمر الافتراضي وتحافظ على الجودة الغذائية (الكربوهيدرات والبروتينات والدهون). وكلما طالت مدة التعرض، زادت مدة الصلاحية لأن الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن تؤثر على عدد البكتيريا وتمنع نمو العفن الذي يتسبب في سرعة نمو العفن التلف.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki banyak makanan tradisional salah satunya adalah tempe yang merupakan produk olahan kedelai melalui proses fermentasi atas jasa kapang jenis *Rhizopus sp.* dari spesies *Rhizopus oligosporus*. Olahan tradisional ini menyebabkan terjadinya proses kimiawi maupun fisik biji kedelai sehingga mudah tercerna oleh tubuh dibandingkan pengonsumsi kedelai secara langsung serta terkandung didalamnya zat-zat gizi esensial seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral dan juga mempunyai senyawa bioaktif seperti vitamin B12, antidiare, antikanker, penurunan kolesterol jahat, antioksidan dalam bentuk isoflavone (*daidzein, glisitein, genistein, dan trihidroksi isoflavon*) yang bermanfaat bagi tubuh dan sebagai pemenuhan gizi yang mudah diperoleh dan relatif murah (Redi, 2020).

Sebagaimana telah dijelaskan dalam makna yang tersirat pada Q. S. al-Baqarah (2):57 Allah menciptakan unsur kandungan gizi tidak hanya bersumber dari unsur hewani saja akan tetapi juga dari unsur nabati sebagai makanan yang baik untuk dikonsumsi :

وَوَطَّلْنَا عَلَىٰكُمْ أَلْغَمَامَ وَأَنْزَلْنَا عَلَيْكُمُ الْمَنَّاءَ وَالسَّلْوى...

Artinya, “Kami akan menutupi kamu dengan awan. Kami turunkan kepadamu manna dan salwa” (QS. Al-Baqarah ayat (2):57).

Q. S. al-Baqarah (2):57 menjelaskan bahwa Allah menurunkan makanan yaitu manna dan salwa. Adapun makna manna yang dimaksud adalah makanan lezat yang berasal dari pepohonan atau tumbuhan. Sedangkan salwa adalah daging

burung yang lezat. Sehingga makanan yang memiliki kualitas gizi yang baik berasal dari dua unsur yaitu hewani dan nabati untuk menyempurnakan kebutuhan gizi manusia (Ihsan, 2022).

Menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN) 2015, produksi tempe tradisional menghasilkan olahan tempe yang higienis dengan memenuhi syarat mutu kedelai baik dari nilai gizi maupun keadaan tekstur, warna, bau dan rasa pada hasil olahan tempe. Namun tempe sendiri tidak mempunyai umur simpan yang panjang karena adanya proses fermentasi secara terus menerus dari bahan dasar tempe. Pada suhu rendah 4°C mampu bertahan hingga kurang lebih 12 hari dan disuhu ruang hanya dapat bertahan sehari saja (Purwanto, 2018).

Kerusakan pada tempe secara fisik dapat terlihat dari berubahnya warna pada miselium kapang yang berubah warna menjadi coklat atau hitam serta proses kerusakan pada protein tempe terdegradasi oleh enzim-enzim proteolitik yang menghasilkan ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan membentuk bau ammonia (Purwanto, 2018). Tempe yang tidak layak konsumsi memiliki ciri-ciri yaitu berwarna kehitaman, basah, berlendir dan berbau ammonia. Sehingga adanya inovasi untuk menambah umur simpan tempe dan menjaga kualitas gizi pada olahan tempe.

Upaya yang dilakukan untuk menambah umur simpan dan menjaga kualitas pada tempe salah satunya yaitu dengan proses radiasi, proses radiasi yang berguna untuk pengawetan pangan salah satunya yaitu sinar ultraviolet (UV). Pemanfaatan sinar ultraviolet yang merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik dari energi radiasi pada pita 100-400 nm yang dapat dimanfaatkan dalam pengawetan pangan adalah jenis sinar ultraviolet-c yang disebut dengan *short wave* (Bismo, 2006).

Panjang gelombang 100-280 nm pemaparan Sinar Ultraviolet-C mampu menghambat perkembangan kapang dengan mempengaruhi fungsi sel yang mengubah struktur sel dan kemudian menonaktifkan perkembangan kapang yang tidak dikehendaki tanpa mengurangi atau mempengaruhi komposisi kimia dalam bahan lain. Berhentinya perkembangan kapang dan jarak lama penyinaran sinar ultraviolet-c pada bahan juga mempengaruhi umur simpan tempe (Argo et al. 2016).

Daya penetrasi yang rendah adalah salah satu sifat sinar ultraviolet mampu menahan sebagian sinar sehingga diketahui dari sifat tersebut sinar ultraviolet dapat dengan efektif mengendalikan mikroorganisme yang terpapar langsung atau mikroorganisme disekitar paparan. Pada asam nukleat dalam sel sinar ultraviolet mengalami absorpsi maksimum yang menjadi mekanisme utama kerusakan sel pada ribosoms (Argo et al. 2016).

Pemanfaatan sinar tersebut memiliki dampak yang cukup baik dari hasil penelitian sebelumnya oleh Suharyono dkk., (2010) yang mana penyinaran pada sari buah tomat menggunakan waktu 50 detik, pada proses ini total mikroba  $1,3 \times 10^7$  CFU/ml, dan kandungan vitamin C 24,64 mg/100g, Penyinaran dengan sinar ultraviolet-c tidak berpengaruh pada kandungan vitamin C dan likopen sari buah tomat. Penelitian terdahulu juga dilakukan oleh Arinda dkk., (2015) yang diperoleh dari uji dari Salak pondoh dengan perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan dengan lama penyinaran lampu 50 menit yang memiliki masa simpan lebih lama. Penelitian mengenai lama paparan UV-C terhadap cabe rawit dengan intensitas sinar ultraviolet-c yang cukup optimal pada  $130 \text{ mW/cm}^2$  dilakukan oleh Rosyida (2020) yang tidak mengubah kandungan selama masa penyimpanan. Serta penelitian uji performansi dilakukan Argo dkk, (2016) untuk mengetahui umur simpan dan kandungan protein serta kadar air pada tempe dengan variasi jarak

paparan didapat hasil yang optimal pada jarak 12 cm penyinaran mendapatkan hasil yang cukup optimal protein yang terkandung dalam tempe tidak mengalami perubahan kandungan serta menambah umur simpan pada tempe, akan tetapi tidak diketahui jelas berapa hari penambahan umur simpan pada tempe tersebut.

Berdasarkan uraian diatas dapat diketahui bawasannya paparan sinar ultraviolet-c memiliki potensi inovasi pengembangan pengawetan dalam bidang pangan. Oleh karena itu, peneliti mencoba mengkaji lebih lanjut mengenai pemanfaatan paparan sinar ultraviolet-c dengan penelitian “Pengaruh Lama Paparan Sinar Ultraviolet-C Terhadap Umur Simpan dan Kualitas Gizi (Karbohidrat, Protein dan Lemak) Tempe (*Ryzopus oryzae*) yang diharapkan memberikan manfaat inovasi dalam bidang pangan khususnya produktivitas tempe dengan skala besar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Uraian yang telah dijelaskan pada latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian adalah :

1. Bagaimana pengaruh lama paparan sinar ultraviolet-c terhadap umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*)?
2. Bagaimana pengaruh lama paparan sinar ultraviolet-c terhadap kualitas gizi (karbohidrat, protein dan lemak) tempe (*Ryzopus oryzae*)?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan sinar ultraviolet-c terhadap umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*).

2. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan sinar ultraviolet-c terhadap kualitas gizi (karbohidrat, protein dan lemak) tempe (*Ryzopus oryzae*).

#### **1.4 Batasan Masalah**

Fokus pembahasan dan permasalahan dalam penelitian ini diperlukannya

Batasan masalah sebagai berikut :

1. Sampel yang digunakan tempe kedelai
2. Sumber radiasi lampu UV-C
3. Variasi lama paparan 30 menit, 40 menit , 50 menit dan 60 menit
4. Jarak penyinaran 12 cm dari sampel dengan intensitas  $130 \text{ mW/cm}^2$  yang cukup optimal dari penelitian terdahulu.
5. Panjang gelombang ultraviolet-c yang dapat merusak sel dan DNA adalah 254 nm.
6. Penentuan umur simpan yaitu lama pembusukan tempe dengan kriteria pembusukan yang telah ditentukan setelah dipapari sinar ultraviolet-c dengan suhu lingkungan.
7. Kadar kualitas gizi hanya uji kadar karbohidrat (metode luff school), uji kadar protein (metode biuret) dan uji kadar lemak (metode soxhlet)

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah :

1. Manfaat teoristis

Manfaat teoristis yang didapat dalam penelitian ini ialah menambah wawasan dan pengetahuan teoristis terkait pengaruh sinar UV-C yang dapat mempengaruhi dalam bidang pangan salah satunya tempe.

2. Manfaat Bagi Masyarakat

Manfaat bagi masyarakat memberikan informasi mengenai pengaruh sinar ultraviolet-c dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan khususnya produsen tempe dalam skala besar dan kontribusi dalam bidang pangan melalui pengembangan disiplin ilmu Biofisika .

### 3. Manfaat Bagi Peneliti

Manfaat bagi peneliti ialah menambah pengetahuan terkait sinar UV-C serta pengaruhnya sebagai metode pengawetan dalam bidang pangan khususnya tempe.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sinar Ultraviolet**

##### **2.1.1 Pengertian Sinar Ultraviolet**

Sinar ultraviolet atau sinar ultra-ungu merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang 100 nm- 400 nm yang ditemukan pertama kali oleh Johan Willhem Ritter seorang ahli fisika dari Jerman dari hasil percobaan garam perak yang dipapari oleh sinar matahari (Afriani, 2020). Spektrum elektromagnetik dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu : radiasi pengion yaitu terdapat emisi energi saat melalui media dan terjadi proses penyebaran sehingga menjadi sebab adanya proses ionisasi media yang dilalui (sinar X dan sinar  $\gamma$ ) dan radiasi non pengion yaitu emisi energi saat melalui media terjadi proses penyerapan sehingga tidak dapat menjadi sebab adanya proses ionisasi pada media lain (radiasi radio optik: sinar ultraviolet; cahaya tampak; inframerah, radiasi radio frekuensi: gelombang mikro; gelombang radio dll) (Santi, 2009).

Radiasi sinar ultraviolet terbagi menjadi 3 berdasarkan spektrum panjang gelombangnya yaitu sinar UV-A dengan rentang panjang gelombang 315-400 nm yang disebut "*blacklight*" atau gelombang panjang, sinar UV-B dengan rentang panjang gelombang 280-150 nm "*medium wave*" atau gelombang tengah, dan sinar UV-C dengan rentang panjang gelombang 100-280 nm yang disebut "*short wave*" atau gelombang pendek. Dan juga dibagi menjadi 2 sinar hamper UV dengan panjang gelombang 380- 400 nm serta sinar UV vakum dengan panjang gelombang 200-100 nm (Bismo, 2006).

Radiasi UV mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dari sinar X dan lebih pendek dari sinar tampak dan pada ketentuan umum radiasi gelombang

elektromagnetis diketahui bahwa semakin kuat daya radiasi maka semakin pendek gelombang cahaya. Oleh karena itu, radiasi ultraviolet lebih memiliki daya radiasi yang lebih kecil dari sinar X dan lebih kuat dari sinar tampak (Bismo, 2006).

Sumber sinar ultraviolet berasal secara alamiah dan juga buatan. Sumber alamiah berasal dari sinar matahari yang pada dasarnya matahari mengemisi spektrum elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang yang bervariasi. Dan sumber sinar ultraviolet buatan berasal dari lampu fluorescent khusus seperti halnya lampu merkuri tekanan rendah (*low pressure*) dan lampu merkuri tekanan sedang (*medium pressure*) yang mana lampu merkuri *medium pressure* dapat menghasilkan output radiasi ultraviolet yang lebih besar daripada lampu merkuri *low pressure*. Akan tetapi, lampu merkuri *low pressure* cukup efisien untuk pemakaian listrik dibandingkan dengan lampu *medium pressure*. Panjang gelombang 253,7 nm pada lampu merkuri *low pressure* mendapatkan radiasi maksimum yang lethal bagi mikroorganisme, protozoa, virus dan algae. Sedangkan radiasi lampu merkuri *medium pressure* diemisikan dalam panjang gelombang 180–130 nm (Cahyonugroho, 2021).

Sifat sinar ultraviolet salah satunya yaitu memiliki daya penetrasi yang sangat lemah, seperti kaca tipis dapat menahan sinar ultraviolet. Sebab itu, sinar ultraviolet efektif untuk dapat mengendalikan mikroorganisme yang berada tepat pada permukaan yang terpapar langsung terhadap sinar ultraviolet, atau mampu terkendali pada medium yang dekat dengan medium yang cukup transparan sehingga dapat melakukan proses absorpsi. Proses absorpsi maksimum paparan sinar ultraviolet pada sel terjadi didalam asam nukleat, sehingga mekanisme utama kerusakan sel dari paparan sinar ultraviolet pada ribosom, yang mengakibatkan terjadinya proses mutasi atau kematian pada sel. (Argo et al. 2016).

### 2.1.2 Intensitas sinar ultraviolet

Intensitas sinar ultraviolet erat kaitannya dengan teori vector polynting, ciri penting dari gelombang electromagnetic adalah gelombang dapat mengangkut tenaga dari titik ke titik yang lain, banyaknya aliran tenaga persatuan waktu persatuan luas dalam sebuah gelombang elektromagnetik dengan menggunakan vector **S** (Halliday, 1993). Vektor polynting yang memiliki nilai besar berbanding lurus menggambarkan intensitas gelombang elektromagnetik yang besar pula. Vector polynting merupakan besaran vector yang menggambarkan arah perambatan gelombang per satuan waktu atau laju energi gelombang dalam satuan joule per sekon per satuan energi, sedangkan intensitas gelombang merupakan besaran scalar. Vector intensitas medan listrik dan magnet saling tegak lurus, sehingga vector polynting didefinisikan sebagai berikut (Halliday, 1993):

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \cdot \mathbf{H} \quad (2.2)$$

Keterangan :  $S$  = vektor polynting (watt/meter<sup>2</sup>)

$E$  = medan listrik (KV/m)

$H$  = Hamilton yang bernilai  $\frac{B}{\mu}$

$B$  = Medan Magnet (Weber/m<sup>2</sup>)

Sehingga,

$$\mathbf{S} = \frac{1}{\mu_0} \mathbf{E} \times \mathbf{B} \quad (2.3)$$

Dimana,

Bidang nyata terkait dengan medan listrik gelombang bidang adalah (Peatross and Michael 2015) :

$$E = \frac{1}{2} [E_0 e^{i(k.r-\omega t)} + E_0^* e^{-i(k.r-\omega t)}] \quad (2.4)$$

Dan,

$$B = \frac{1}{2} \left[ \frac{K.E}{\omega} e^{i(k.r-\omega t)} + \frac{k^*.E_0^*}{\omega} e^{-i(k.r-\omega t)} \right] \quad (2.5)$$

Keterangan : E = medan listrik (KV/m)

B = Medan Magnet (Weber/m<sup>2</sup>)

k = ketepatan gelombang (m<sup>-1</sup>)

r = jarak titik sumber

$\omega$  = frekuensi sudut

Substitusi perhitungan antara persamaan diatas untuk menghitung vektor polynting persatuan waktu (Peatross and Michael 2015):

$$\langle S \rangle_t = \hat{u} \frac{n\epsilon_0 c}{2} \left( |E_{ox}|^2 + |E_{oy}|^2 + |E_{oz}|^2 \right) e^{-2\frac{k\omega}{c}\hat{u}.r} \quad (2.6)$$

Menunjukkan aliran energi yang berada pada arah  $\hat{u}$  atau k, sesuai intuisi bahwa energi mengalir kearah gelombang yang merambat, atau intensitas yang bergerak pada  $\hat{u}$  dan pada gelombang elektromagnetik dinyatakan bawah  $-2\left(\frac{k\omega}{c}\right)\hat{u}.r \cong 0$  yang secara umum intensitas ditulis sebagai berikut (Peatross and Michael 2015) :

$$I = \frac{n\epsilon_0 c}{2} E_0 \cdot E_0^* = \frac{n\epsilon_0 c}{2} \left( |E_{ox}|^2 + |E_{oy}|^2 + |E_{oz}|^2 \right) \quad (2.7)$$

Keterangan : I = Intensitas cahaya (W/cm<sup>2</sup>)

n = Indeks bias

$\epsilon_0$  = Permeabilitas (F/m)

c = Cepat rambat gelombang ( $3 \times 10^8$  m/s)

Energi foton berperan disegala spektrum elektromagnetik disetiap panjang gelombang, sedangkan proses absorpsi cahaya adalah trasformasi energi foton cahaya yang membentuk energi foton yang bergerak lainnya dalam suatu zat. Saat sinar ultraviolet melewati zat maka intensitas akan berpengaruh dan dinyatakan sebagai berikut (Peatross and Michael 2015):

$$\frac{I}{I_0} = 10^{-a_{10}d} = 10^{-A} = e^{-a_e d} \quad (2.8)$$

Keterangan :  $\frac{I}{I_0}$  = Intensitas sinar UV

$d$  = Jarak yang ditempuh oleh cahaya

$a_{10}$  = Koefisien absorpsi logaritmik medium ( $\text{cm}^{-1}$ )

$a_e$  = koefisien napieran dari medium ( $\text{cm}^{-1}$ )

$A$  = Absorbansi logaritmik suatu zat pada panjang gelombang tertentu

## 2.2 Sinar Ultraviolet C

### 2.2.1 Interaksi Sinar UV-C Terhadap Materi

Radiasi sinar ultraviolet-c tergolong radiasi non pengion yang mana emisi energi saat melalui media terjadi proses penyerapan sehingga tidak dapat menjadi sebab adanya proses ionisasi pada media lain dan pada materi yang dikenai paparan radiasi sinar UV-C terjadi proses absorpsi. Proses absorpsi adalah interaksi penyerapan antara cahaya dengan atom, ketika terjadi tumbukan cahaya dengan atom pada materi maka energi akan terserap pada atom. Menurut teori Maxwell dalam teori keelektromagnetikan kepastian eksperimental didapatkan bahwa laju gelombang dalam ruang bebas mempunyai nilai  $c$  yang sama dalam semua spektrum electromagnet termasuk spektrum sinar ultraviolet, yang dinyatakan dalam persamaan berikut (Halliday, 1993):

$$c = v \cdot \lambda \quad (2.9)$$

Keterangan :  $c$  = laju cahaya

$v$  = frekuensi

$\lambda$  = panjang gelombang dari berbagai jenis sinar

Cahaya mengalami perambatan serta banyak kehilangan electron yang akhirnya akan berhenti. Sehingga cahaya yang keluar dari materi akan berkurang daripada cahaya yang masuk karena terjadi proses penyerapan atau absorpsi. Yang dinyatakan pada persamaan berikut (Peatross and Michael 2015) :

$$a = -\log(T) = -\log \frac{I_t}{I_0} \quad (2.10)$$

Keterangan :  $a$  = Koefisien absorpsi suatu bahan

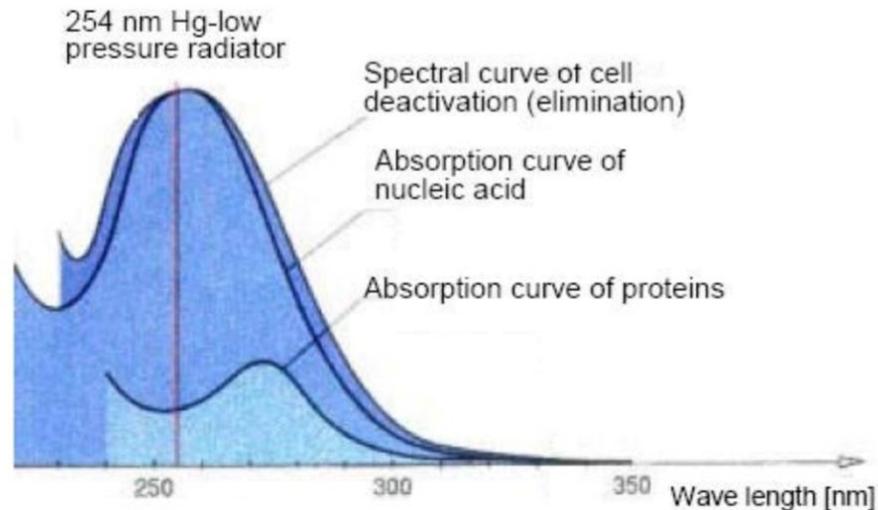
$T$  = Transmisi

$I_t$  = Intensitas cahaya yang ditransmisikan (Watt/m<sup>2</sup>)

$I_0$  = Intensitas cahaya datang (Watt/m<sup>2</sup>)

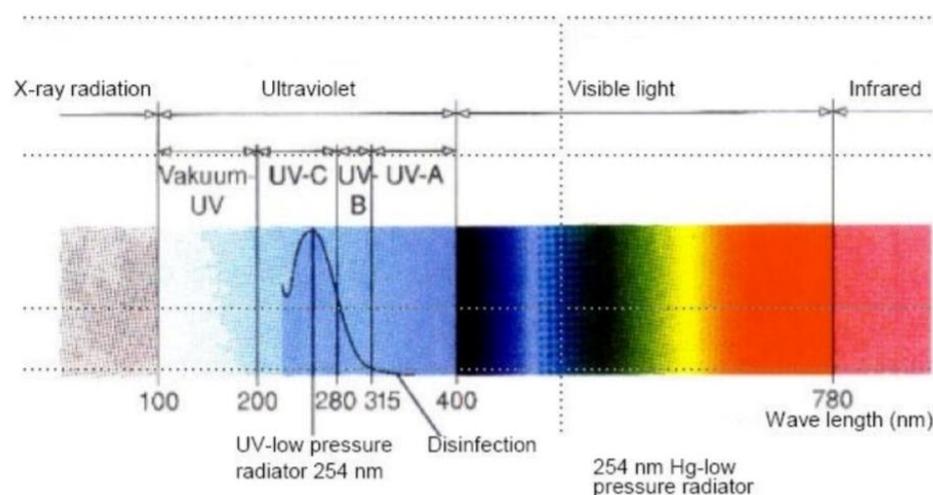
### 2.2.2 Mekanisme Desinfeksi Pada Materi

Ketika terjadi proses absorpsi oleh materi pada DNA pada proses selanjutnya terjadi interaksi intensif antara energi foton sinar ultraviolet-c dengan sel hidup sederhana, DNA atau asam nukleat sehingga terjadi kerusakan dari sel-sel tersebut. Panjang gelombang optimum pada interaksi ini adalah  $\lambda$  : 254 nm, yang ditunjukkan pada gambar 2.1 (Bismo, 2006):



Gambar 2.1 Panjang gelombang optimum 254 nm untuk disinfeksi (Bismo, 2006)

Posisi dari panjang gelombang sinar UV-C paling efektif untuk digunakan dalam proses disinfeksi dapat dilihat pada gambar 2.2, lampu UV dengan panjang gelombang tersebut mudah dijumpai dipasaran yang dengan sebutan lampu UV-C atau lampu UV-Germisida (Bismo, 2006).

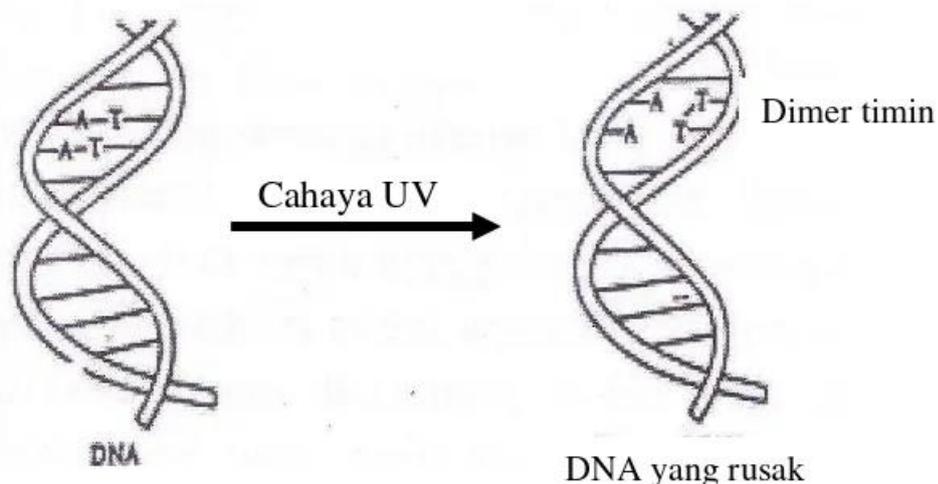


Gambar 2.1 Posisi panjang gelombang UV-C efektif untuk disinfeksi (Bismo, 2006)

Ketika suatu bentuk radiasi sinar ultraviolet- c mengenai dalam suatu jaringan tubuh organisme, maka ada kemungkinan akan berinteraksi langsung dengan sel atau subseluler dengan sasaran kritis dalam sel seperti intisel yang

mengandung kromosom. Atom dalam sasaran dapat menyerap sehingga akan memulai serangkaian kejadian yang mengarah ke perubahan biologis (Maghfiroh, 2015).

Segala molekul dapat menyerap radiasi pada daerah ultraviolet-c karena mengandung elektron, yang mampu tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Absorpsi pada transisi elektron tampak pada gelombang diskrit sebagai spektrum garis. Sehingga pada proses ini paparan energi UV yang mampu untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi ultraviolet oleh DNA atau RNA pada bakteri dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin, akibatnya sel tidak mampu bereplikasi sehingga kehilangan sifat patogenisnya dan terjadi kerusakan serta menyebabkan kerusakan pada membran (Sarinaningsih, 2018). Mekanisme kerusakan DNA oleh sinar ultraviolet seperti gambar dibawah ini (Sarinaningsih, 2018):



Gambar 2.3 Pengaruh UV terhadap sel hidup (Sarinaningsih, 2018)

Mikroba mampu memperbaiki kerusakan pada sel yang dapat mempengaruhi efisiensi pada proses desinfeksi, sehingga penggunaan dosis sinar

ultraviolet harus sesuai. Dosis radiasi Ultraviolet dapat diketahui dengan mengalikan intensitas ultraviolet-c dengan waktu, dinyatakan dalam persamaan berikut (Sarinaningsih 2018) :

$$D = I \cdot t \quad (2.11)$$

Keterangan  $D =$  Dosis UV (  $\text{mJ}/\text{cm}^2 = \text{mW} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$  )

$I =$  intensitas ultraviolet (  $\text{mW}/\text{cm}^2$  )

$t =$  waktu papar (sekon)

## 2.3 Tempe (*Ryzopus oryzae*)

### 2.3.1 Kandungan Gizi Tempe

Tempe merupakan makanan tradisional yang sangat populer di Indonesia yang berbahan dasar kedelai atau beberapa bahan lain yang diproses melalui fermentasi dari “ragi tempe”. Lewat proses fermentasi ini, biji kedelai mengalami proses penguraian menjadi senyawa sederhana sehingga mudah dicerna yang hampir setiap hari dikonsumsi oleh hampir semua lapisan masyarakat dengan konsumsi 5,2 Kg/kapita pertahun. Sejak berabad-abad silam makanan tradisional ini sudah dikenal oleh masyarakat Jawa, khususnya di Yogyakarta dan Surakarta. Dalam manuskrip Serat Centhini ditemukan bahwa masyarakat Jawa pada abad ke-16 telah mengenal “tempe”. Kata tempe disebutkan sebagai hidangan pada Jawa Kuno. Pada masyarakat Jawa Kuno terdapat makanan berwarna putih terbuat dari tepung sagu yang disebut tumpi. Makanan bernama tumpi tersebut terlihat memiliki kesamaan dengan tempe segar yang juga berwarna putih asal muasal dari mana kata “tempe” (Reddy, 2019).

Tempe banyak mengandung isoflavon sehingga dapat mengurangi bahaya kanker dan secara kasar yang dapat membantu pencernaan serta mencegah kanker. Tempe juga mengandung sedikit asam lemak jenuh, protein yang lengkap dan tidak

mengandung kolesterol (Purwanto, 2018). Tempe yang bermutu tinggi pasti mempunyai kandungan gizi yang tinggi seperti protein, lemak, karbohidrat, dan vitamin. Selain itu tempe menjadi lebih larut dalam air dan mudah dicerna dibanding kedelai. Komposisi gizi tempe baik kadar protein, lemak dan karbohidratnya tidak banyak berubah dibandingkan kedelai. Protein, lemak, dan karbohidrat pada tempe menjadi lebih mudah dicerna di dalam tubuh dibandingkan dengan kedelai. Hal ini karena selama proses fermentasi terjadi penguraian dan penyederhanaan komponen-komponen yang terdapat pada kedelai menjadi lebih kecil dan sederhana (Mukhoyaroh 2015).

Departemen Kesehatan melakukan penelitian terhadap kandungan gizi pada tempe dan kandungan pada kedelai di tahun 1991. Kadar protein, lemak, dan karbohidratnya tidak banyak berubah. Namun karena enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang tempe, maka protein, lemak, dan karbohidrat pada tempe menjadi lebih mudah untuk dicerna di dalam tubuh dibandingkan yang terdapat dalam kedelai. Oleh karena itu, tempe sangat baik diberikan kepada semua kelompok umur (dari bayi hingga lansia). Dibandingkan kedelai, terjadi beberapa hal yang menguntungkan pada tempe. Secara kimiawi hal ini bisa dilihat dari meningkatnya kadar padatan terlarut, nitrogen terlarut, asam amino bebas, asam lemak bebas, nilai cerna, nilai efisiensi protein, serta skor proteinnya. Mutu gizi tempe dibandingkan kedelai dirinci sebagai berikut (Redi Aryanta, 2020):

2.1 Tabel Perbandingan Mutu Gizi Kedelai dan Tempe (komposisi zat pangan Indonesia Depkes RI Dir. Bin Gizi Masyarakat)

| ZAT GIZI              | KEDELAI | TEMPE |
|-----------------------|---------|-------|
| Abu (g)               | 6,1     | 3,6   |
| Protein (g)           | 46,2    | 46,5  |
| Lemak (g)             | 19,1    | 19,7  |
| Karbohidrat (g)       | 28,2    | 30,2  |
| Serat (g)             | 3,7     | 7,2   |
| Kalsium (mg)          | 254     | 347   |
| Fosfor (mg)           | 781     | 724   |
| Besi (mg)             | 11,0    | 9,0   |
| Vitamin B1 (mg)       | 0,48    | 0,28  |
| Ribovlavin (mg)       | 0,15    | 0,65  |
| Niasin (mg)           | 0,67    | 2,52  |
| Asam Pantotenat (mcg) | 430     | 520   |
| Piridoksin (mcg)      | 180     | 100   |
| Vitamin B12 (mcg)     | 0,2     | 3,9   |
| Biotin (ug)           | 35      | 53    |
| Asam amino esensial   | 17,7    | 18,9  |

Tempe memiliki standar mutu untuk memenuhi standar gizi yang kemudian bisa dikatakan tempe layak untuk dikonsumsi secara standar mutu tempe sebagai berikut (Badan Standarisasi Nasional, 2015) :

2.2 Standar Mutu Gizi Tempe (Badan Standarisasi Nasional, 2015)

| No. | Kriteria uji          | Satuan          | Persyaratan  |
|-----|-----------------------|-----------------|--|
| 1   | Keadaan               |                 |  |
| 1.1 | Tekstur               | -               | Kompak jika diiris tetap utuh (tidak mudah rontok) |
| 1.2 | Warna                 | -               | Putih merata pada seluruh permukaan                |
| 1.3 | Bau                   | -               | Bau khas tempe tanpa adanya bau amoniak            |
| 2   | Kadar air             | fraksi massa, % | Maks. 65   |
| 3   | Kadar lemak           | fraksi massa, % | Min. 7   |
| 4   | Kadar protein         | fraksi massa, % | Min. 14  |
| 5   | Kadar serat kasar     | fraksi massa, % | Maks. 2,5  |
| 6   | Cemaran logam         |                 |  |
| 6.1 | Cadmium (kd)          | mg/kg           | Maks. 0,2  |
| 6.2 | Timbal (Pb)           | mg/kg           | Maks. 0,25   |
| 6.3 | Timah (Sn)            | mg/kg           | Maks. 40   |
| 6.4 | Merkuri (Hg)          | mg/kg           | Maks. 0,03   |
| 7   | Cemaran Arsen         | mg/kg           | Maks. 0,25   |
| 8   | Cemaran mikroba       |                 |  |
| 8.1 | Coliform              | APM/g           | Maks. 10   |
| 8.2 | <i>Salmonella sp.</i> |                 | Negative/25 g                                      |

### 2.3.1.1 Karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) yang terbentuk dari peristiwa fotosintesis pada tumbuhan. Berdasarkan susunan kimia karbohidrat dibagi menjadi 3 yaitu monosakarida (gula sederhana), disakarida gabungan dari monosakarida yang terpecah menjadi dua molekul monosakarida oleh enzim dalam tubuh yang dikelompokkan menjadi 3 golongan yaitu sukrosa, maltose dan laktosa, polisakarida atau karbohidrat kompleks yang merupakan gabungan beberapa molekul monosakarida dan disebut oligosakarida jika tersusun atas 3-6 molekul monosakarida dan disebut polisakarida jika tersusun lebih dari 6 molekul monosakarida yang dikelompokkan menjadi 3 golongan yaitu pati, yang merupakan sumber kalori karena sebagian besar karbohidrat dalam makanan terdapat dalam bentuk pati tersusun atas 20-30 unit glukosa setiap cabangnya disebut *amylopectin* (Silaban, 2019), serat adalah komponen dinding sel yang tak dapat dicerna oleh sistem pencernaan sehingga menimbulkan rasa kenyang seperti kacang kedelai, oncom, tape singkong dll, dan glikogen adalah pati binatang atau jenis karbohidrat semacam gula yang disimpan dalam hati maupun otot (Silaban, 2019).

Penanganan, penyimpanan, dan pengawetan bahan pangan sering menyebabkan terjadinya perubahan nilai gizi salah satunya adalah karbohidrat. Proses pengolahan tersebut dapat bersifat menguntungkan terhadap karbohidrat yang terkandung dalam bahan pangan tersebut, yaitu perubahan kadar kandungan karbohidrat dan peningkatan daya cerna (Sulistiyono et al, 2014).

### 2.2.3.2 Protein

Protein merupakan molekul makro yang memiliki berat molekul antara 5 ribu hingga jutaan gram/mol yang terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino

yang terikat dalam ikatan peptida satu dengan yang lainnya. Unsur yang asam amino terdiri dari unsur karbon, hydrogen, oksigen dan nitrogen (Jubaidah et al. 2016). Selain itu ada terdapat unsur fosfor, besi, sulfur, iodium serta cobalt. Unsur utama protein adalah nitrogen (N) karena didalamnya terdapat semua protein tetapi, tidak ada dalam karbohidrat maupun lemak, dan unsur nitrogen ini berkisar 16% dari berat disetiap protein (Almatsier, 2002).

Ikatan peptide menyatukan asam amino dari struktur protein, jika protein mengalami hidrolisis akan menghasilkan asam amino alfa yang berbentuk kristal. Struktur protein terbagi menjadi 4 bentuk primer, sekunder, tersier dan kuarter. Asam amino linier yang tersusun merupakan struktur primer yang menentukan sifat dasar dari protein dan membentuk struktur skunder maupun tersier (Khanifah, 2018). Protein yang mengandung asam amino dengan gugus hidrofobik memiliki daya larut yang kurang dibandingkan dengan asam amino yang mengandung gugus hidrofil (Winarno, 2006).

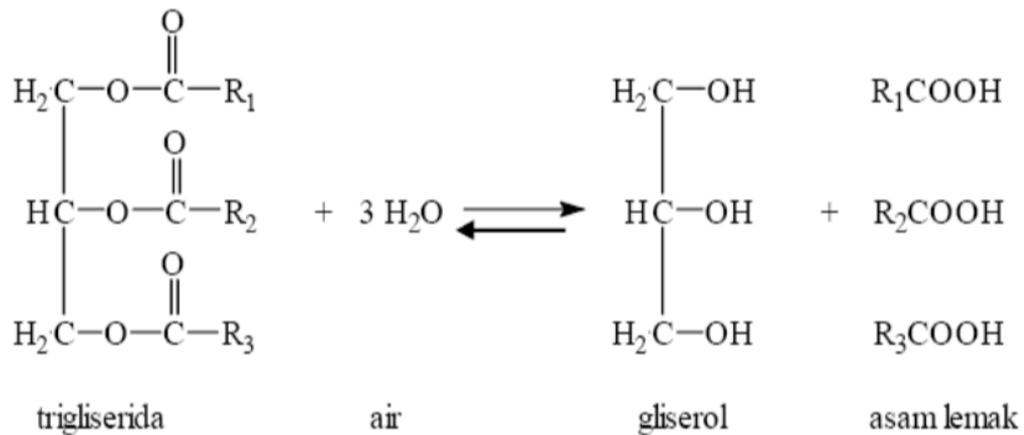
Paparan dari sinar ultraviolet dapat memutuskan ikatan kimia (depolarisasi polisakarida), sinyal penginduksi berakibat protein keluar dari mitokondria selama pembelahan mitokondria berubah, karena gangguan oksidasi fosforilasi dan transport electron dan sintesis protein menjadi terhambat (Rosyida, 2020). Hubungan protein dengan lama paparan sinar ultraviolet c adalah kadar protein yang dihasilkan sudah memenuhi standar kriteria kadar protein tempe yaitu menurut SNI adalah minimal 14% dari berat bersih dari tempe. Tapi dengan adanya penyinaran sinar UV-C pada tempe mengakibatkan mikroba mati dan akan menghambat penurunan persentase protein tetapi akan meningkatkan persentase protein, dikarenakan semakin berkurangnya penghambat bertambahnya protein

ataupun dengan semakin menyusutnya massa tempe karena terjadi penyusutan pada saat penyimpanan (Argo et al. 2016).

### **2.2.3.1 Lemak**

Lemak adalah senyawa kimia yang memiliki kandungan C, H, dan O, yang diperlukan oleh tubuh karena menjadi salah satu nutrisi yang diperlukan oleh tubuh yang menyediakan energi 9 kkal/gram, yang dapat melarutkan vitamin A, D, E, dan K serta menyediakan asam lemak esensial untuk tubuh, pada proses pencernaan lemak menjadi molekul yang amat kecil asam lemak dan gliserol, dan lemak adalah tempat penyimpanan energi yang paling baik berdasarkan struktur kimianya. Lemak terbagi menjadi 2 lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Ciri lemak tak jenuh akan mencair pada suhu ruang dan seperti minyak nabati, dan lemak yang didapat dari dalam biji seperti kedelai bahan baku tempe yang merupakan lemak tak jenuh, sedangkan lemak jenuh akan padat pada suhu ruang seperti dala daging, susu, keju, minyak kelapa, kelapa sawit dll (Angelia, 2016).

Lipid atau lemak adalah penyusun tumbuhan atau hewan berdasarkan kelarutannya, kelaturan lipid dalam larutan non polar seperti eter. Struktur umum lemak yaitu R1, R2, R3 adalah gugus alkil yang mungkin sama atau berbeda yang terbedakan menjadi alkil jenuh tidak terdapat ikatan rangkap, dan tak jenuh terdapat ikatan rangkap. Partikel lemak terdiri atas empat bagian yaitu 1partikel griserol dan 3 partikel tak jenuh, asam terdiri dari hidrokarbon (CH) dan juga karboksil (-COOH). Molekul gliserol memiliki hidroksil banyak (OH) dan masing-masing interface dengan hidroksil yang pertemuan sekelompok karbosil dan lemak tak jenuh dengan potongan senyawa lemak sederhana, campuran dan awal (Angelia, 2016).



Gambar 2.5 Reaksi hidrolisa lemak (Ketaren, 2005)

Radiasi menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis atau hidrolisa yang mengubah lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa mampu mengakibatkan kerusakan pada lemak yang terjadi karena sejumlah air pada lemak. Reaksi inilah yang menyebabkan flavor dan bau tengik (Ketaren, 2005).

### 2.3.2 Proses Fermentasi & Pemasakan Tempe

Terbentuknya tempe tak luput dari Fermentasi menggunakan ragi tempe (*Rhizopus oryzae*) yang dilakukan pada suhu  $25 \pm 37$  derajat celsius. Proses fermentasi dibedakan menjadi beberapa fase diantaranya (Argo et al. 2016) :

1. Fase pertumbuhan cepat (0-30 jam fermentasi). Terjadi kenaikan jumlah asam lemak bebas, kenaikan suhu, pertumbuhan jamur cepat, terlihat dengan terbentuknya miselium sehingga menunjukkan massa yang lebih kompleks.
2. Fase transisi (30-50 jam fermentasi). Merupakan fase optimal fermentasi. Terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dengan pertumbuhan jamur yang hampir tetap atau bertambah sedikit dan tekstur lebih kompleks.

3. Fase pembusukan atau fermentasi lanjutan (50-90 jam fermentasi). Terjadi kenaikan jumlah bakteri dengan jumlah asam lemak bebas. Pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur berhenti. Terjadi perubahan flavor karena degradasi protein lebih lanjut sehingga terbentuk ammonia (Argo et al. 2016).

Fase-fase diatas menunjukkan tempe tidak mempunyai umur simpan yang lama atau mudah busuk karena terfermentasi bahan dasar yang membuat mikroorganisme berkembangbiak di dalamnya. Untuk menambah umur simpan tempe maka bisa dilakukan dengan menghentikan kenaikan jumlah bakteri dengan jumlah asam lemak bebas. Pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur berhenti. Radiasi sinar ultraviolet C dapat digunakan untuk interaksi disinfeksi untuk menghambat peningkatan jumlah mikroba dengan cara mempengaruhi fungsi sel, sehingga mengubah struktur sel yang akhirnya menonaktifkan perkembangan kapang, dengan berhentinya perkembangbiakan kapang ini maka akan bisa menambah umur simpan tempe (Purwanto, 2018).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan variable yang dikehendaki, karena data diperoleh dari penelitian pengaruh lama paparan sinar ultraviolet-c terhadap umur simpan hingga didapatkan proses pembusukan pada tempe tidak layak konsumsi untuk mengetahui pengaruhnya dan pengujian kualitas gizi (karbohidrat, protein dan lemak) setelah lama paparan sinar ultraviolet c pada tempe (*Rhizopus oryzae*).

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dimulai pada tanggal 28 Maret 2022 sampai 29 Juli di Laboratorium Riset Biofisika Jurusan Fisika, Laboratorium Instrumentasi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Maxlab Malang.

#### **3.3 Alat dan Bahan**

##### **3.3.1 Alat Penelitian**

1. Lampu UV Panjang gelombang 254 nm
2. Spektrometer UV-Vis
3. Luxx Meter
4. Alat Soxhlet lengkap
5. Mortar dan alue
6. Timbangan Digital
7. Tabung reaksi
8. Buret 100 MI

9. Rak tabung reaksi
10. Labu ukur 250 mL
11. Labu ukur 10 mL
12. Gelas ukur 25 mL
13. Erlemeyer 250 mL
14. Gunting
15. Corong kaca
16. Pipet tetes
17. Pipet ukur 25 mL
18. Pipet ukur 10 mL
19. Pipet ukur 1 mL
20. Hot plate stirrer
21. Stopwatch

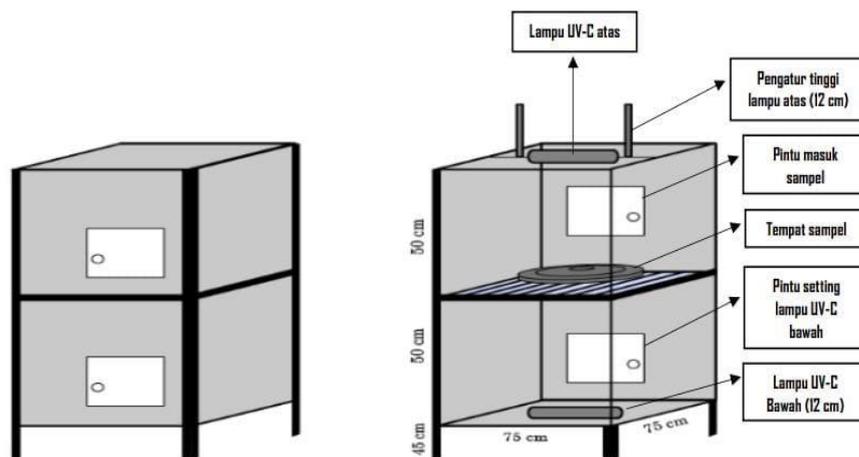
### **3.3.2 Bahan Penelitian**

1. Tempe
2. Aquadest
3. Larutan Biuret
4. Larutan BSA induk
5. Natrium asetat & hidroksida
6. Asam asetat glasial 100%
7. Alumunium foil
8.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  10%
9.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  10%
10. Pereaksi Luff Schoorl
11. Batu Didih

12. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%
13. KI (Kalium Iodat) 15%
14. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1N Na tiosulfat
15. Indikator Amylum 1%

### 3.4 Desain Penelitian

Desain rangkaian alat merupakan rancangan desain yang akan dilakukan pada saat penelitian dilakukan, desain alat sebagai berikut :



Gambar 3.1 Desain rancangan alat (tampak luar dan tampak dalam)

### 3.5 Rancangan Penelitian

#### 3.5.1 Penentuan umur simpan terhadap paparan UV-C

Sebelum dilakukan proses penelitian alat dan bahan dipersiapkan terlebih dahulu. Bahan yang sudah disiapkan kemudian dilakukan penelitian dengan alat yang sudah disiapkan. Penelitian ini dibagi menjadi 2 kelompok yang mana kelompok A sebagai kelompok perlakuan paparan dan kelompok B tanpa perlakuan paparan. Pada perlakuan diberikan paparan Sinar UV-C dengan waktu 30 menit, 40

menit, 50 menit dan 60 menit dengan intensitas sinar UV-C  $130 \text{ mW/cm}^2$  lampu atas dan bawah dengan jarak 12 cm dan disetiap lampu memiliki panjang gelombang kurang lebih antara 254 nm.

Kelompok A sebagai kelompok perlakuan setelah dipapari Sinar UV-C dengan waktu 30 menit, 40 menit, 50 menit dan 60 menit pada tempe kemudian langsung dilakukan proses uji kualitas gizi (karbohidrat, protein dan lemak), dan disimpan pada suhu lingkungan kemudian dilakukan uji kadar kualitas gizi kembali pada jam penyimpanan sekitar 48 jam, 96 jam dan 144 jam. Kemudian disimpan kembali untuk menghitung umur simpan sampai masa pembusukan dengan kategori yang telah ditentukan. Dan pada kelompok B sebagai kelompok tanpa perlakuan atau kelompok Kontrol dilakukan pengujian uji kadar gizi (karbohidrat, protein, dan lemak) dan diuji kadar kualitas gizi kembali pada jam penyimpanan yang sama dengan kelompok A dan dilakukan proses penyimpanan pada suhu lingkungan sampai masa pembusukan sesuai dengan kategori pembusukan. Setelah proses penelitian dilakukan dan diperoleh data, kemudian dilakukan pengolahan data, analisis data dan selesai. Berikut kategori pembusukan pada tempe :

Tabel 3.1 Kategori Tempe Busuk

| <b>Kategori Pembusukan Tempe</b> | <b>Ciri-ciri</b> |                          |                              |
|----------------------------------|------------------|--------------------------|------------------------------|
|                                  | <b>Tekstur</b>   | <b>Warna</b>             | <b>Aroma</b>                 |
| Tempe Segar                      | Kompak, Utuh     | Putih seluruh bagian     | Bau Khas Tempe tanpa amoniak |
| Tempe Semangit                   | Sedikit lembek   | Kuning, Coklat kehitaman | Aroma Tajam Tempe Matang     |
| Tempe Busuk                      | Lunak berlendir  | Hitam utuh pada kapang   | Aroma menyengat amoniak      |

### 3.5.2 Penentuan Kadar Karbohidrat (Metode Luff Schoorl)

Tempe pada kelompok perlakuan paparan UV-C dan kelompok kontrol diuji kadar karbohidratnya. Metode penentuan kadar karbohidrat adalah metode Luff Schoorl, sampel yang diberi perlakuan atau kontrol diambil 5 gram kemudian ditumbuk menggunakan mortal dan alue dan ditambah air 10 mL, kemudian disaring dan diambil dari filtrat tersebut 1 mL dimasukkan ke dalam labu takar 250 mL dan ditambahkan Pb asetat setengah basah sampai bening kemudian ditambahkan 15 mL Na-fosfat 10% untuk mengendapkan Pb asetat, jika ada endapan maka penambahan secukupnya, dan tambahkan akuades sampai tanda batas kemudian dikocok dan dibiarkan selama 30 menit. Diambil 25 mL dari labu takar 250 mL dan masukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL dan tambahkan 15 mL akuades, batu didih, dan 25 mL larutan Luff Schoorl dan dididihkan selama 10 menit, setelah selesai didinginkan dengan air mengalir dan ditambahkan 15 mL larutan Cl dan 25 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan terjadi perubahan warna coklat pada larutan, kemudian dititrisasi dengan natrium tiosulfat 0,5 N sampai berwarna kuning muda dan ditambahkan indikator 1% dan dititrisasi kembali dengan natrium tiosulfat sampai terjadi perubahan warna putih susu pada larutan. Pembuatan blanko, akuades 15 mL dan 25 mL larutan luff schoorl dibuat dalam erlenmeyer, kemudian dititrisasi. Dari hasil titrasi dicatat untuk menentukan Volume Tio 0,1N dengan persamaan berikut (Lubis, 2022):

$$\text{Volume Tio} = \frac{(Vb - Vp) \times N_{tio}}{0,1}$$

Keterangan :

Vb = volume blanko

Vp = volume titrasi

Ntio = Normalitas Tiosulfat (0,1)

Setelah didapatkan nilai hasil Volume Tio kemudian dikonversikan kedalam mggp (mg gula pereduksi), untuk mengetahui mggp maka dilihat dari tabel berikut :

3.2 Tabel Konversi Penentuan Glukosa, Fruktosa, Gula Invert dalam Bahan Pangan dengan Metode Luff Schrool

| Vtio 0,1N | mggp | Vtio 0,1N | mggp |
|-----------|------|-----------|------|
| 1         | 2,4  | 13        | 33,0 |
| 2         | 4,8  | 14        | 35,7 |
| 3         | 7,2  | 15        | 38,5 |
| 4         | 9,7  | 16        | 41,3 |
| 5         | 12,2 | 17        | 42,2 |
| 6         | 14,7 | 18        | 47,1 |
| 7         | 17,2 | 19        | 50,0 |
| 8         | 19,8 | 20        | 53,0 |
| 9         | 22,4 | 21        | 56,0 |
| 10        | 25,0 | 22        | 59,1 |
| 11        | 27,6 | 23        | 62,2 |
| 12        | 30,3 | 24        | -    |

Apabila nilai Vtio yang diperoleh memiliki angka yang tidak bulat, maka dilakukan interpolasi. Setelah diketahui nilai mggp, dapat diketahui %karbohidrat dengan persamaan berikut (Gabriela, 2018):

$$\% \text{ karbohidat} = \frac{V_{\text{labu}}}{V_{\text{pipet}}} \times \frac{\text{mggp}}{\text{mg sampel}} \times f_k \times 100\%$$

Keterangan :

Vlabu = Volume Pengenceran pada labu ukur  
 Vpipet = Volume larutan yang dipipet dari larutan pengenceran  
 mggp = mg Gula pereduksi  
 mg sampel = jumlah sampel (mg)  
 fk = faktor konvensi (0,9)

### 3.5.3 Penentuan Kadar Protein (Metode Biuret)

Penentuan kandungan gizi protein tempe (*Rhizopus oryzae*) pada penelitian ini dengan menggunakan metode biuret, metode ini menunjukkan adanya ikatan

peptide yang mengindikasikan adanya protein sebab asam amino berikatan dengan asam amino yang lain melalui ikatan peptide membentuk protein. Langkah pada penentuan kadar protein yang pertama yaitu membuat larutan standar protein menggunakan BSA (*Bovine Serum Albumine*) dibuat dengan beberapa variasi konsentrasi larutan standar BSA yang dipreparasi (dicampur dengan larutan biuret dan aquades dengan perhitungan konsentrasi yang seimbang antara larutan standar, larutan biuret dan aquades) setelah itu, diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis Panjang gelombang 540.0nm hingga diperoleh persamaan regresi linier untuk mengetahui nilai konsentrasi pada sampel. Preparasi sampel tempe (*Rhizopus oryzae*) yang ditimbang masing-masing sebanyak 5 gram kemudian dihaluskan dengan mortal dan alue dan dilarutkan dengan aquades 10 mL, kemudian disaring dan diambil dari filtrat tersebut 1 mL kemudian sampel filtrat tersebut sebagai uji protein biuret. Dengan preparasi perbandingan sampel dan larutan sebanyak (sampel) 1 mL + (aquades) 3 mL + (Larutan biuret) 6 mL, setelah sampel dipreparasi kemudian diukur absorbansi sampel dengan spektrofotometer UV-Vis Panjang gelombang 540.0 nm (Istinaroh et al. 2019). Tahap terakhir dilakukan perhitungan kandungan gizi protein pada sampel tempe (*Rhizopus oryzae*) ditentukan dengan persamaan berikut ini (Riyanti 2021):

$$\% \text{ protein: } \frac{\text{konsentrasi protein}}{\text{konsentrasi sampel}} \times fp \times 100\%$$

Keterangan :

Konsentrasi protein = konsentrasi akhir perhitungan absorbansi  
 Konsentrasi sampel = konsentrasi awal sampel dengan larutan  
 Fp = faktor pengenceran (10/1)

### 3.5.4 Penentuan Kadar Lemak (Metode Soxhlet)

Pengujian kadar lemak pada beberapa sampel sesuai kelompok perlakuan dan kontrol dengan menggunakan metode Soxhlet, terlebih dahulu ditimbang 2 g sampel tempe yang telah diberi perlakuan atau kontrol berupa tempe yang dihaluskan, dimasukkan ke dalam selongsong kertas saring dan timbal yang telah diberi alas berupa kapas, kemudian ujung selongsong kertas saring disumbat menggunakan kapas dan diikat dengan benang, ujung benang dibiarkan sebagai tali sepanjang 15 cm. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama kurang lebih 1 jam. Labu lemak dimasukkan ke dalam oven selama 15 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama proses pengeringan sampel, setelah proses pengeringan selesai selama 1 jam sampel diambil dan dimasukkan ke dalam Soxhlet yang telah dipasang pada penyangga dan dihubungkan antara ujung soxhlet dan labu lemak yang telah diketahui sebelumnya, setelah itu dituang dengan minyak bumi eceran yang kemudian dialirkan melalui ujung soxhlet tersebut. Dipanaskan di atas pemanas listrik dengan skala 5 di atas selama kurang lebih 2 jam kemudian labu lemak diambil menggunakan penjepit kemudian dikeringkan selama kurang lebih 15 menit pada suhu 100°C ke atas, labu lemak diambil dan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang sesuai variasi sampel. Untuk mengetahui persentase lemak menggunakan persamaan sebagai berikut (Yuliani 2018) :

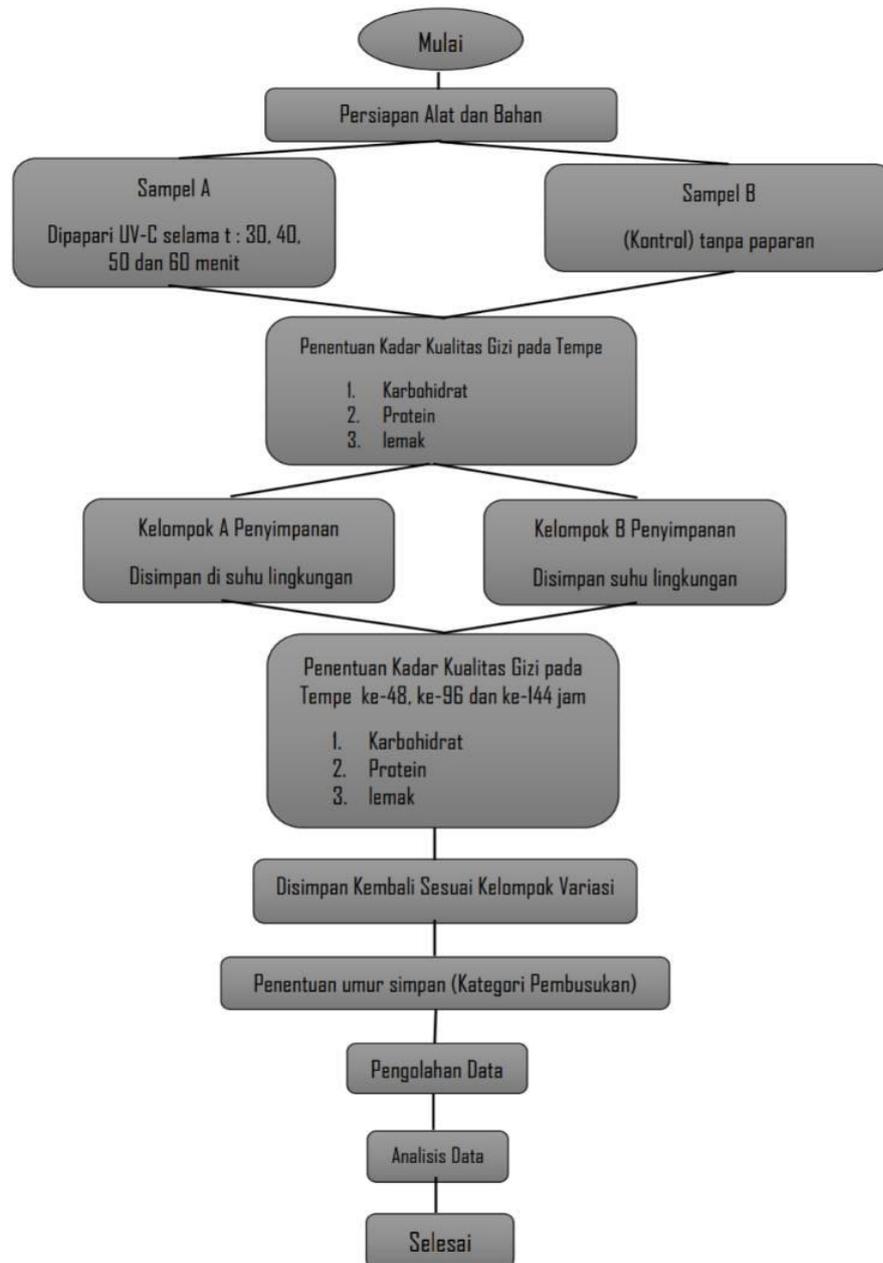
$$\% \text{ lemak} = \frac{W_1 - W_2}{w} \times 100\%$$

W : bobot sampel (gram)

W<sub>1</sub> : bobot labu lemak dan lemak (gram)

W<sub>2</sub> : bobot labu lemak kosong (gram)

### 3.6 Diagram Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Penelitian

### 3.7 Teknik Pengambilan Data

Data yang diambil diperoleh setelah perlakuan lama paparan sinar UV-C yang disimpan suhu lingkungan sehingga diperoleh umur simpan yang dicatat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.3 Penentuan Lama Penyimpanan Umur Simpan Tempe

| Kelompok     | Lama Perlakuan (Menit) | Lama Penyimpanan (Jam) |    |    |    |
|--------------|------------------------|------------------------|----|----|----|
|              |                        | U1                     | U2 | U3 | U4 |
| Kontrol      | 0                      |                        |    |    |    |
| Paparan UV-C | 30                     |                        |    |    |    |
|              | 40                     |                        |    |    |    |
|              | 50                     |                        |    |    |    |
|              | 60                     |                        |    |    |    |

Tabel 3.4 Pengaruh Kadar Karbohidrat pada Tempe

| Lama Perlakuan (Menit) | Penyimpanan Jam Ke- | Kadar Karbohidrat (%) |    |    |    | Rata-rata (%) |
|------------------------|---------------------|-----------------------|----|----|----|---------------|
|                        |                     | U1                    | U2 | U3 | U4 |               |
| 0                      | 0                   |                       |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                       |    |    |    |               |
| 30                     | 0                   |                       |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                       |    |    |    |               |
| 40                     | 0                   |                       |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                       |    |    |    |               |
| 50                     | 0                   |                       |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                       |    |    |    |               |
| 60                     | 0                   |                       |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                       |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                       |    |    |    |               |

Tabel 3.5 Pengaruh Kadar Protein pada Tempe

| Lama Perlakuan (Menit) | Penyimpanan Jam Ke- | Kadar Protein (%) |    |    |    | Rata-rata (%) |
|------------------------|---------------------|-------------------|----|----|----|---------------|
|                        |                     | U1                | U2 | U3 | U4 |               |
| 0                      | 0                   |                   |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                   |    |    |    |               |
| 30                     | 0                   |                   |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                   |    |    |    |               |
| 40                     | 0                   |                   |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                   |    |    |    |               |
| 50                     | 0                   |                   |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                   |    |    |    |               |
| 60                     | 0                   |                   |    |    |    |               |
|                        | 48                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 96                  |                   |    |    |    |               |
|                        | 144                 |                   |    |    |    |               |

Tabel 3.6 Pengaruh Kadar Lemak pada Tempe

| Lama Paparan (Menit) | Penyimpanan Hari Ke- | Kadar Lemak (%) |
|----------------------|----------------------|-----------------|
| 0                    | 0                    |                 |
|                      | 4                    |                 |
| 30                   | 0                    |                 |
|                      | 4                    |                 |
| 40                   | 0                    |                 |
|                      | 4                    |                 |
| 50                   | 0                    |                 |
|                      | 4                    |                 |
| 60                   | 0                    |                 |
|                      | 4                    |                 |

### 3.8 Teknik Analisis Data

#### 3.8.1 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Umur Simpan

Analisis pengaruh paparan sinar UV-C terhadap umur simpan menggunakan analisis Anova One Ways yaitu untuk mengetahui perbedaan antar kelompok uji.

Sehingga pada setiap sampel dapat diketahui perbedaan rata-rata umur simpan. Jika terjadi perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji DMRT.

### **3.8.2 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Gizi Karbohidrat**

Analisis pengaruh paparan sinar UV-C terhadap kadar gizi karbohidrat menggunakan analisis faktorial yaitu untuk mengetahui perbedaan antar kelompok uji pengaruh dari dua faktor. Jika terjadi perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji DMRT.

### **3.8.3 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Gizi Protein**

Analisis pengaruh paparan sinar UV-C terhadap kadar gizi protein menggunakan analisis faktorial yaitu untuk mengetahui perbedaan antar kelompok uji pengaruh dari dua faktor. Jika terjadi perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji DMRT.

### **3.8.4 Analisis Data Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Gizi Lemak**

Analisis pengaruh paparan sinar UV-C terhadap kadar gizi lemak menggunakan analisis grafik data dari data hasil percobaan perbedaan antar kelompok uji. Sehingga pada setiap sampel dapat diketahui kadar lemak setiap kelompok uji.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian mengenai pengaruh lama paparan sinar ultraviolet-c terhadap umur simpan dan kandungan gizi (karbohidrat, protein, lemak) pada tempe (*Ryzopus oryzae*) dilakukan di Laboraturium Biofisika UIN Malang memiliki beberapa tahap. Diantaranya yaitu tahap pertama pemilihan sampel, sampel yang dipilih pada penelitian ini adalah tempe yang memiliki umur simpan  $\pm 30$  jam atau tempe pada fase transisi yang memiliki tekstur yang sudah hampir kompleks dengan bau khas tempe dan memiliki ukuran yang sama. Tahap kedua yaitu tahap paparan sinar ultraviolet-c terhadap sampel tempe. Setelah sampel disiapkan dengan ukuran dan ketebalan yang sama kemudian dipapari dengan variasi waktu 30 menit, 40 menit, 50 menit dan 60 menit dengan panjang gelombang sinar UV-C rentang 185-265nm. Penelitian ini menggunakan 2 lampu UV-C yang terletak diatas dan dibawah tempat sampel dengan daya masing-masing 8 watt. Intensitas pada saat paparan 130 lux dengan jarak lampu pada sampel  $\pm 12$  cm serta diatur *stopwatch* untuk mengetahui kesesuaian lama waktu paparan UV-C.

Tahap ketiga yaitu menentukan pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap umur simpan tempe (*Ryzopus oryze*). Setelah sampel disiapkan dan dipapari sesuai variasi waktu yang telah ditentukan, kemudian tempe control dan tempe yang telah diberi perlakuan disimpan kembali dengan suhu lingkungan dan tempat dalam keadaan kering tidak lembab. Sampel dikontrol setiap saat hingga sampel tersebut pada kategori busuk tidak dapat dikonsumsi, saat sampel pada kategori busuk tidak dapat dikonsumsi maka didapatkan hasil data berapa lama pengaruh umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*) setelah diberikan perlakuan paparan

sinar UV-C. Tahap keempat yaitu tahap penentuan kandungan gizi (karbohidrat, protein dan lemak). Kandungan karbohidrat diketahui dengan menggunakan metode luff shcrol, kandungan protein ditentukan dengan menggunakan metode biuret, dan kandungan lemak ditentukan dengan metode Soxhlet. Sampel tempe yang telah dipapari dan disimpan kembali, dilakukan pengambilan data kembali pada penyimpanan sekitar 48 jam, 96 jam, dan 144 jam mengenai kandungan gizi (karbohidrat, protein dan lemak).

#### **4.1.1 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Umur Simpan Tempe (*Ryzopus oryzae*)**

Umur simpan tempe ditentukan setelah sampel tempe diberi paparan sesuai variasi yang telah ditentukan dan umur tempe mencapai fase fermentasi lanjutan, pada tahap fase ini tempe sudah dalam kondisi tempe busuk tidak dapat dikonsumsi dengan tekstur lunak berlendir, hitam pada kapang, serta memiliki rasa yang menyengat amoniak tempe.

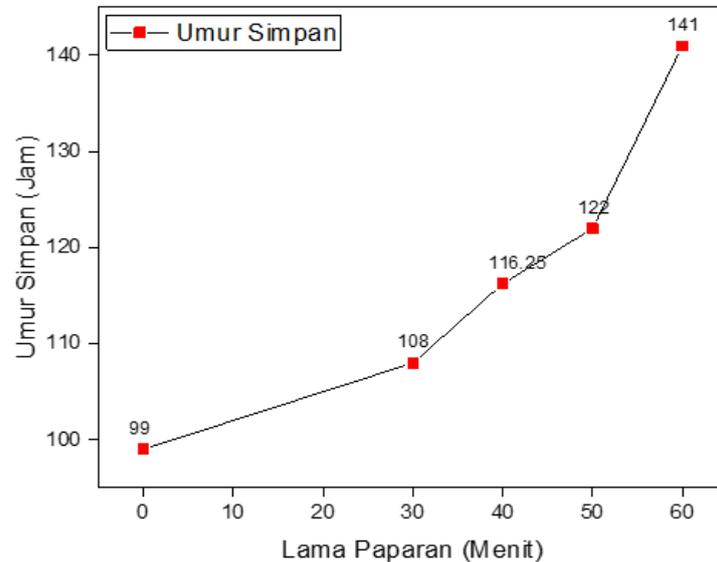
Data hasil penelitian mengenai pengaruh lama paparan UV-C terhadap umur simpan tempe (*Rhyzopus oryzae*) diperoleh data pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian Umur Simpan Tempe (*Rizopus oryzae*)

| Kelompok      | Lama Perlakuan (menit) | Umur Simpan (jam)  |  |   |  | Rata-rata Umur Simpan (jam) |
|---------------|------------------------|--|--|---|--|-----------------------------|
|               |                        | U1   | U2   | U3  | U4   |                             |
| Kontrol       | 0                      | 100<br>   | 99<br>    | 99<br>    | 98<br>    | 99,00±0,816                 |
| Paparasi UV-C | 30                     | 107<br>   | 108<br>   | 108<br>   | 109<br>   | 108,00±0,817                |
|               | 40                     | 115<br>  | 116<br>  | 117<br>  | 117<br>  | 116,25±0,957                |
|               | 50                     | 121<br> | 122<br> | 122<br> | 123<br> | 122,00±0,816                |
|               | 60                     | 140<br> | 141<br> | 141<br> | 142<br> | 141,00±0,816                |

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa perlakuan paparan UV-C terhadap sampel tempe (*Rizopus oryzae*) memiliki umur simpan yang lebih lama, pada masa paparan 60 menit umur simpan rata-rata 141,00±0,816 jam dalam kondisi tempe kategori busuk dengan tekstur yang sudah lembek, warna kapang kuning kehitaman pada tempe serta bau amoniak tempe yang menyengat. Pada variasi kontrol didapatkan umur simpan rata-rata 99,00±0,816 jam, dan paparan UV-C dengan waktu lama paparan 30 menit, 40 menit, dan 50 menit didapatkan hasil umur simpan

116,25±0,957 jam, 122,00±0.816 jam dan 141,00±0,816 jam. Hasil dari tabel 4.1 dapat dianalisa dengan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Umur Simpan Tempe (*Ryzopus oryzae*)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada paparan UV-C dengan variasi 30 menit, 40 menit, 50 menit dan 60 menit memiliki waktu umur simpan lebih lama dibanding sampel kontrol, pengambilan data umur simpan sampel tempe (*Ryzopus oryzae*) sampai kategori busuk. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin lama paparan UV-C terhadap sampel maka umur simpan pada tempe semakin lama. Data dan kurva hasil penelitian diatas diperlukan uji lanjutan dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui rata-rata umur simpan tiap perlakuan pada variasi paparan sinar UV-C yang berbeda sehingga dapat membandingkan perbedaan secara signifikan dari kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Hasil dari ANOVA ditunjukkan dalam tabel berikut ini:

|                | Sum of Squares | Df | Mean Square | F        | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|----------|------|
| Between Groups | 4006.700       | 4  | 1001.675    | 1306.533 | .000 |
| Within Groups  | 11.500         | 15 | .767        |          |      |
| Total          | 4018.200       | 19 |             |          |      |

Sig.

H0: Tidak terdapat pengaruh lama paparan UV-C terhadap umur simpan

H1: Terdapat pengaruh (minimal satu lama paparan UV-C)

Syarat : jika sig. < 0,05 maka H0 ditolak

Uji *Analysis of Variance* (ANOVA) digunakan untuk mengetahui hubungan antara pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*). Pada tabel diatas menunjukkan signifikansi yang didapatkan 0.000 yang menunjukkan hasil H0 ditolak karena lebih kecil daripada 0,05. Dikarenakan H0 ditolak maka, lama paparan UV-C berpengaruh pada umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*). Selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk membandingkan rata-rata dari masing-masing perlakuan yang paling signifikan karena H0 ditolak. Hasil uji DMRT pengaruh lama paparan UV-C terhadap umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*) dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.3 Hasil Uji DMRT 5% Umur Simpan Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Lama Paparan UV-C | Notasi Huruf |
|-------------------|--------------|
| 0 Menit           | a            |
| 30 Menit          | b            |
| 40 Menit          | c            |
| 50 Menit          | d            |
| 60 Menit          | e            |

Keterangan: perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berbeda nyata

Hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa lama paparan UV-C memberikan pengaruh terhadap umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*). Pada tabel diatas menunjukkan bahwa paparan UV-C terhadap umur simpan tempe 0 menit sampai 60 menit menunjukkan hasil notasi berbeda nyata. Semakin besar notasi huruf maka umur simpan pada sampel semakin lama.

Pada tabel ini didapatkan nilai paling besar yang dinotasikan dengan huruf (d) paparan UV-C 60 menit yang memberikan perbedaan nyata, sehingga lama paparan UV-C yang memiliki pengaruh optimal dan signifikan terhadap lama umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*) pada paparan UV-C selama 60 menit.

#### **4.1.2 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kadar Karbohidrat Tempe (*Ryzopus oryzae*)**

Analisa kadar karbohidrat pada penelitiann ini menggunakan metode luff schrool yang memiliki tiga tahapan, pada tahapan pertama dilakukan proses preparasi dan pengenceran pada sampel tempe (*Ryzopus oryzae*) dan siap diuji, kemudian tahap kedua dilakukan proses penentuan kadar karbohidrat secara luff schrool, sampel yang telah diakukan pengenceran dipipet 25 ml dan ditambahkan larutan luff school sebanyak 25 ml pada erlemeyer kemudian dididihkan dengan batu didih sekitar 10 menit lalu didinginkan, setelah dingin ditambahkan 15ml KI 20% dan penambahan 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Titrasi sampel dilakukan dengan menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,5 N hingga sampel mulai kuning muda dan ditambah 1 ml amilum 1% dan dilanjutkan titrasi hingga sampel berwarna putih susu kemudian dicatat berapa ml titrasi yang dihasilkan. Tahap ketiga pembuatan blanko dengan cara pada tahap kedua akan tetapi pemipetan pada sampel diganti dengan 25 ml aquades, pada penelitian ini didapatkan hasil titrasi pada blanko 21,5 ml. setelah mendapatkan nilai titrasi blanko dan nilai titrasi sampel dapat menentukan kandungan kadar % karbohidrat yang ditentukan dengan persamaan (Gabriela Walman Ratu 2017) :

$$\% \text{ karbohidat: } \frac{V_{labu}}{V_{pipet}} \times \frac{mg \text{ gula}}{mg \text{ sampel}} \times fp \times 100\%$$

Keterangan :

- Vlabu = Volume Pengenceran pada labu ukur  
 Vpipet = Volume larutan yang dipipet dari pengenceran  
 mggp = mg Gula pereduksi  
 mg sampel = jumlah sampel (mg)  
 fk = faktor konvensi (0,9)

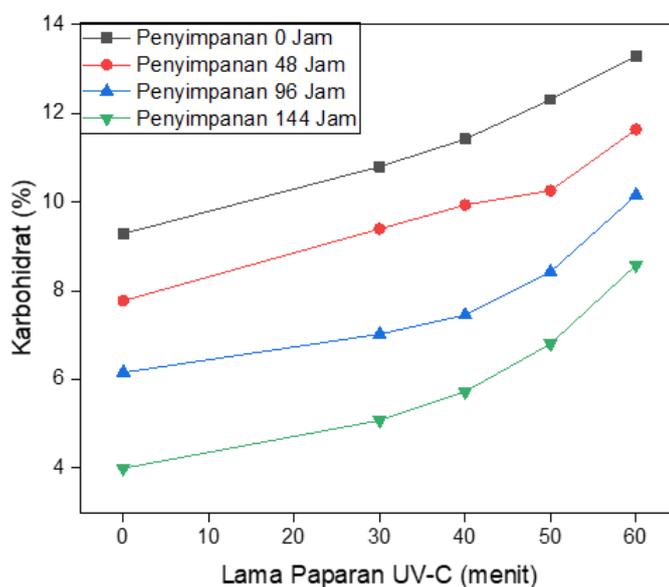
Berikut ini merupakan data hasil penelitian mengenai pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap kandungan gizi karbohidrat pada tempe (*Ryzopus oryzae*) dengan menggunakan metode luff school pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Data Hasil Penelitian Kandungan Karbohidrat Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Perlakuan (menit) | Penyimpanan Jam ke- | % Karbohidrat |        |        |        | Rata-rata    |
|-------------------|---------------------|---------------|--------|--------|--------|--------------|
|                   |                     | U1            | U2     | U3     | U4     |              |
| 0                 | 0                   | 9,072         | 9,504  | 8,64   | 9,936  | 9,288±0,557  |
|                   | 48                  | 8,208         | 7,344  | 7,776  | 7,776  | 7,776±0,352  |
|                   | 96                  | 6,048         | 6,912  | 5,616  | 6,048  | 6,156±0,543  |
|                   | 144                 | 4,752         | 3,888  | 3,456  | 3,888  | 3,996±0,543  |
| 30                | 0                   | 10,692        | 10,692 | 10,800 | 10,801 | 10,746±0,062 |
|                   | 48                  | 9,936         | 9,504  | 9,072  | 9,072  | 9,396±0,413  |
|                   | 96                  | 7,776         | 7,344  | 6,912  | 6,048  | 7,020±0,737  |
|                   | 144                 | 5,616         | 5,184  | 4,752  | 4,752  | 5,076±0,413  |
| 40                | 0                   | 11,664        | 11,664 | 10,692 | 11,664 | 11,421±0,486 |
|                   | 48                  | 10,80         | 10,368 | 9,504  | 9,072  | 9,936±0,788  |
|                   | 96                  | 8,208         | 7,344  | 7,344  | 6,912  | 7,452±0,543  |
|                   | 144                 | 6,048         | 5,616  | 6,048  | 5,184  | 5,724±0,413  |
| 50                | 0                   | 12,528        | 12,528 | 12,096 | 12,096 | 12,312±0,249 |
|                   | 48                  | 11,232        | 10,368 | 9,504  | 9,936  | 10,260±0,737 |
|                   | 96                  | 9,072         | 8,640  | 7,776  | 8,208  | 8,424±0,557  |
|                   | 144                 | 7,344         | 6,912  | 6,480  | 6,480  | 6,804±0,413  |
| 60                | 0                   | 13,860        | 12,960 | 13,410 | 12,960 | 13,297±0,430 |
|                   | 48                  | 12,096        | 11,664 | 12,096 | 10,692 | 11,637±0,662 |
|                   | 96                  | 10,800        | 10,368 | 9,936  | 9,504  | 10,152±0,557 |
|                   | 144                 | 9,702         | 8,640  | 8,208  | 7,776  | 8,5815±0,826 |

Tabel 4.4 menunjukkan hasil data pengaruh lama paparan UV-C terhadap kandungan gizi karbohidrat tempe (*Ryzopus oryzae*). Lama paparan UV-C mampu mempengaruhi kandungan gizi karbohidrat terhadap tempe (*Ryzopus oryzae*), pada hasil data diatas menunjukkan pada paparan UV-C selama 60 menit adalah perlakuan terbaik dari pada perlakuan lainnya yang mana nilai %kabohidrat sampai

penyimpanan 144 jam mampu mempertahankan kandungan gizi karbohidrat paling tinggi diantara yang lainnya yaitu  $8,5815 \pm 0,826$  %. Sedangkan, pada perlakuan control dan perlakuan UV-C 30 menit, 40 menit dan 50 menit mendapatkan hasil pada hari ke-6  $3,996 \pm 0,543$  %,  $5,076 \pm 0,413$  %,  $5,724 \pm 0,413$  % dan  $6,804 \pm 0,413$ . dari hasil data tersebut kemudian dilakukan juga analisis menggunakan kurva sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik % Kadar Karbohidrat

Gambar 4.2 menunjukkan bawasannya hingga penyimpanan 144 jam % kandungan gizi karbohidrat pada tempe (*Rizopus oryze*) mengalami penurunan, kelompok kontrol memiliki kandungan gizi karbohidrat lebih kecil daripada kelompok yang diberikan paparan sinar UV-C yang juga menunjukkan semakin lama paparan sinar UV-C terhadap tempe (*Rizopus oryze*) maka semakin tinggi nilai kandungan gizi karbohidrat pada tempe (*Rizopus oryze*). Berdasarkan pada hasil penelitian data diatas maka diperlukan uji lanjut dengan menggunakan uji *faktorial* untuk membandingkan rata-rata kadar karbohidrat setiap perlakuan dengan

variasi lama paparan UV-C dan lama penyimpanan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dari semua kelompok data. Dan hasil dari uji *faktorial* kandungan gizi karbohidrat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.5 Hasil Uji Faktorial Kadar Karbohidrat Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Source                         | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|--------------------------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Model                          | 6816.047 <sup>a</sup>   | 20 | 340.802     | 3659.338 | .000 |
| LamaPaparantUV                 | 146.692                 | 4  | 36.673      | 393.774  | .000 |
| LamaSimpan                     | 312.293                 | 3  | 104.098     | 1117.741 | .000 |
| LamaPaparantUV *<br>LamaSimpan | 4.004                   | 12 | .334        | 3.582    | .000 |
| Error                          | 5.588                   | 60 | .093        |          |      |
| Total                          | 6821.635                | 80 |             |          |      |

Sig.

H0: Tidak terdapat pengaruh lama paparan UV-C dan lama penyimpanan terhadap kadar karbohidrat.

H1: Terdapat pengaruh (minimal satu lama paparan UV-C dan lama penyimpanan)

Syarat : jika sig. < 0,05 maka H0 ditolak

Uji factorial dilakukan guna mengetahui hubungan antara pengaruh lama paparan UV-C dan lama penyimpanan terhadap kandungan gizi karbohidrat. Pada tabel 4.5 diatas menunjukkan pengujian hasil signifikansi yang didapatkan pada 0,00 yang menunjukkan hasil H0 ditolak karena lebih kecil daripada 0,05. Dikarenakan H0 ditolak maka, lama paparan UV-C berpengaruh pada kandungan gizi karbohidrat tempe (*Ryzopus oryzae*). Selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk membandingkan rata-rata dari masing-masing perlakuan yang paling signifikan karena H0 ditolak. Hasil uji DMRT pengaruh lama paparan UV-C terhadap kandungan gizi karbohidrat tempe (*Ryzopus oryzae*) dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.6 Hasil Uji DMRT 5% 0 Jam Kadar Karbohidrat Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Lama Paparan UV-C | Notasi Huruf |
|-------------------|--------------|
| 0 Menit           | a            |
| 30 Menit          | b            |
| 40 Menit          | c            |
| 50 Menit          | d            |
| 60 Menit          | e            |

Keterangan: perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berbeda nyata.

Hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% pada tabel diatas menunjukkan bahwa lama paparan UV-C dan penyimpanan memberikan pengaruh terhadap kandungan gizi karbohidrat tempe (*Ryzopus oryzae*). Pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa paparan UV-C terhadap kandungan gizi karbohidrat tempe pada hasil uji DMRT penelitian ini didapatkan hasil berbeda nyata antar kelompok. Semakin besar notasi huruf maka kandungan gizi pada sampel semakin besar pula . Pada tabel 4.6 didapatkan nilai paling besar pada paparan UV-C 60 menit disetiap hari pengukuran yang memberikan perbedaan nyata, sehingga semakin lama penyimpanan uji kandungan gizi lemak semakin sedikit kandungan gizi karbohidrat pada tempe (*Ryzopus oryzae*) dan setiap pengukuran penyimpanan lama paparan UV-C yang memiliki pengaruh optimal dan signifikan terhadap kandungan gizi karbohidrat tempe (*Ryzopus oryzae*) pada paparan UV-C selama 60 menit.

#### **4.1.3 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kadar Protein Tempe (*Ryzopus oryzae*)**

Analisis kandungan gizi protein tempe (*Ryzopus oryzae*) dengan menggunakan metode biuret, metode ini menunjukkan adanya ikatan peptide yang mengindikasi adanya protein sebab asam amino berikatan dengan asam amino yang lain melalui ikatan peptide membentuk protein. Pada analisis ini dilakukan

melalui tiga tahapan, tahap pertama yaitu menentukan kurva standar. Larutan standart protein BSA (*Bovine Serum Albumine*) dibuat dengan konsentrasi 0.05 mg/mL, 0.20 mg/mL, 0.50 mg/mL, 1.00 mg/mL, 2.00 mg/mL, 3.00 mg/mL, 4.00 mg/mL dan 5.00 mg/mL. larutan standar BSA yang dipreparasi (dicampur dengan larutan biuret dan aquades dengan perhitungan konsentrasi yang seimbang antara larutan standar, larutan biuret dan aquades) setelah itu, diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis Panjang gelombang 540.0nm hingga diperoleh persamaan regresi linier  $y=0.10909*x+0.02589$  dan  $R^2 = 0.95956$ . Tahap kedua yaitu preparasi serta pengukuran sampel tempe (*Ryzopus oryzae*) yang ditimbang masing-masing sebanyak 5 gram kemudian dihaluskan dengan mortal dan dilarutkan aquades sampai volume 10 mL hingga konsentrasi pada sampel  $5000 \text{ mg} / 10 \text{ mL} = 500 \text{ mg/mL}$ , kemudian sampel diambil fitrat dengan disaring, fitrat tersebut yang kemudian sebagai uji protein biuret. Dengan preparasi perbandingan sampel dan larutan sebanyak (sampel) 1 mL + (aquades) 3 mL + (Larutan biuret) 6 mL sehingga didapatkan faktor pengenceran pada sampel 10/1, setelah sampel dipeparasi kemudian diukur absorbansi sampel dengan spektrofotometer UV-Vis Panjang gelombang 540.0 nm. Tahap terakhir dilakukan perhitungan kandungan gizi protein pada sampel tempe (*Ryzopus oryzae*) ditentukan dengan persamaan berikut ini (Riyanti 2021):

$$\% \text{ protein: } \frac{\text{konsentrasi protein}}{\text{konsentrasi sampel}} \times fp \times 100\%$$

Keterangan :

Konsentrasi protein = konsentrasi akhir perhitungan absorbansi  
 Konsentrasi sampel = konsentrasi awal sampel dengan larutan  
 Fp = faktor pengenceran (10/1)

Hasil yang didapatkan dengan persamaan diatas ditunjukkan pada tabel 4.7

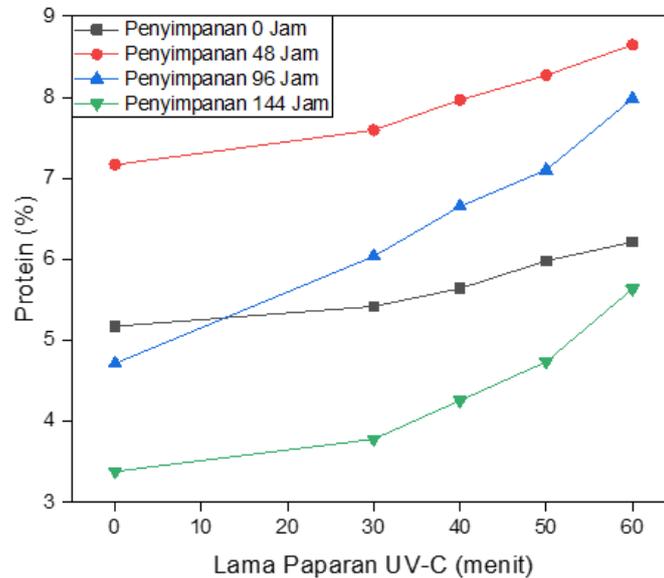
berikut ini :

Tabel 4.7 Data Hasil Penelitian Kandungan Protein Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Perlakuan<br>(menit) | Penyimpanan<br>Jam ke- | % Protein |       |       |       | Rata-rata   |
|----------------------|------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------------|
|                      |                        | U1        | U2    | U3    | U4    |             |
| 0                    | 0                      | 5,128     | 5,274 | 5,168 | 5,131 | 5,175±0,068 |
|                      | 48                     | 7,286     | 7,221 | 7,251 | 6,921 | 7,170±0,168 |
|                      | 96                     | 4,915     | 4,750 | 4,581 | 4,618 | 4,716±0,151 |
|                      | 144                    | 3,683     | 3,511 | 3,219 | 3,124 | 3,384±0,258 |
| 30                   | 0                      | 5,524     | 5,340 | 5,306 | 5,507 | 5,419±0,112 |
|                      | 48                     | 7,744     | 7,707 | 7,315 | 7,617 | 7,596±0,195 |
|                      | 96                     | 6,006     | 6,129 | 5,876 | 6,147 | 6,039±0,126 |
|                      | 144                    | 3,899     | 3,800 | 3,707 | 3,725 | 3,783±0,088 |
| 40                   | 0                      | 5,876     | 5,340 | 5,340 | 6,006 | 5,641±0,351 |
|                      | 48                     | 8,230     | 8,193 | 7,707 | 7,744 | 7,968±0,281 |
|                      | 96                     | 6,921     | 6,792 | 6,409 | 6,129 | 6,653±0,362 |
|                      | 144                    | 4,435     | 4,361 | 4,121 | 4,121 | 4,260±0,163 |
| 50                   | 0                      | 6,079     | 6,019 | 5,876 | 5,912 | 5,981±0,113 |
|                      | 48                     | 8,320     | 8,301 | 8,243 | 8,230 | 8,273±0,044 |
|                      | 96                     | 7,031     | 7,251 | 7,214 | 6,921 | 7,104±0,156 |
|                      | 144                    | 5,219     | 4,732 | 4,563 | 4,435 | 4,737±0,344 |
| 60                   | 0                      | 6,286     | 6,299 | 6,147 | 6,129 | 6,215±0,090 |
|                      | 48                     | 8,371     | 9,018 | 8,835 | 8,371 | 8,649±0,329 |
|                      | 96                     | 7,709     | 8,193 | 7,799 | 8,230 | 7,983±0,267 |
|                      | 144                    | 5,377     | 5,340 | 5,949 | 5,876 | 5,636±0,321 |

Tabel 4.7 menunjukkan hasil data pengaruh lama paparan UV-C terhadap kandungan gizi protein tempe (*Ryzopus oryzae*). Lama paparan UV-C mampu mempengaruhi kandungan gizi protein terhadap tempe (*Ryzopus oryzae*), pada hasil data diatas menunjukkan pada paparan UV-C selama 60 menit adalah perlakuan terbaik dari pada perlakuan lainnya yang mana nilai %protein sampai penyimpanan 144 jam mampu mempertahankan kandungan gizi protein paling tinggi diantara yang lainnya yaitu 5,636±0,321 %. Sedangkan, pada perlakuan control dan perlakuan UV-C 30 menit, 40 menit dan 50 menit mendapatkan hasil pada penyimpanan 144 jam 3,384±0,258%, 3,783±0,088%, 4,260±0,163%, dan

4,737±0,344%, , dari hasil data tersebut kemudian dilakukan juga analisis menggunakan kurva grafik sebagai berikut



Gambar 4.3 Grafik % Kadar Protein

Gambar 4.3 menunjukkan bawasannya lama paparan UV-C berpengaruh terhadap kandungan gizi protein tempe (*Rhizopus oryzae*). Pada masa penyimpanan 48 jam kandungan protein pada tempe mengalami kenaikan nilai gizi dan penyimpanan pada 96 dan 144 jam mengalami penurunan. Grafik 4.3 menunjukkan pengaruh paparan UV-C terhadap kandungan gizi protein semakin lama paparan UV-C maka semakin tinggi nilai kandungan gizi protein pada tempe dan sebaliknya. Hasil dari data dan diagram diatas memerlukan uji lanjut menggunakan uji factorial guna membandingkan rata-rata kandungan gizi protein tempe disetiap perlakuan daam variasi lama paparan dan lama simpan untuk mengetahui perbedaaan secara signifikan terhadap kelompok data. Berikut ini hasil data uji faktorial kadar protein tempe yang ditunjukkan pada tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.8 Hasil Uji Faktorial Kadar Protein Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Source                      | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Model                       | 3169.776 <sup>a</sup>   | 20 | 158.489     | 3373.136 | .000 |
| LamaPaparantUV              | 38.028                  | 4  | 9.507       | 202.341  | .000 |
| LamaSimpan                  | 135.278                 | 3  | 45.093      | 959.709  | .000 |
| LamaPaparantUV * LamaSimpan | 6.504                   | 12 | .542        | 11.535   | .000 |
| Error                       | 2.819                   | 60 | .047        |          |      |
| Total                       | 3172.595                | 80 |             |          |      |

Sig.

H0: Tidak terdapat pengaruh lama paparan UV-C dan lama penyimpanan terhadap kadar protein.

H1: Terdapat pengaruh (minimal satu lama paparan UV-C dan lama penyimpanan)

Syarat : jika sig. < 0,05 maka H0 ditolak

Uji faktorial dilakukan untuk mengetahui hubungan antara pengaruh lama paparan UV-C dan lama penyimpanan terhadap kandungan gizi protein. Pada tabel 4.8 diatas menunjukkan pengujian pada setiap kelompok uji hasil signifikansi yang didapatkan pada 0,00 yang menunjukkan hasil H0 ditolak karena lebih kecil daripada 0,05. Dikarenakan H0 ditolak maka, lama paparan UV-C berpengaruh pada kandungan gizi protein tempe (*Ryzopus oryzae*). Selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk membandingkan rata-rata dari masing-masing perlakuan yang paling signifikan karena H0 ditolak. Hasil uji DMRT paparan UV-C dan lama penyimpanan terhadap kandungan gizi protein tempe (*Ryzopus oryzae*) dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.9 Hasil Uji DMRT 5% 0 Jam Kadar Protein Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Lama Paparan UV-C | Notasi Huruf |
|-------------------|--------------|
| 0 Menit           | a            |
| 30 Menit          | b            |
| 40 Menit          | c            |
| 50 Menit          | d            |

|          |   |
|----------|---|
| 60 Menit | e |
|----------|---|

Keterangan: perlakuan yang memiliki notasi sama tidak berbeda nyata.

Hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) 5% pada tabel 4.9 menunjukkan bahwa lama paparan UV-C memberikan pengaruh terhadap kandungan gizi protein tempe (*Ryzopus oryzae*). Pada tabel 4.9 menunjukkan bahwa paparan UV-C terhadap kandungan gizi karbohidrat tempe memiliki perbedaan nyata antar perlakuan pada hasil uji DMRT ini. Semakin besar notasi huruf maka kandungan gizi protein pada sampel semakin besar pula. Pada tabel ini didapatkan nilai paling besar pada paparan UV-C 60 menit disetiap hari pengukuran yang memberikan perbedaan nyata, sehingga semakin lama penyimpanan uji kandungan gizi protein semakin sedikit kandungan gizi karbohidrat pada tempe (*Ryzopus oryzae*) dan setiap pengukuran penyimpanan lama paparan UV-C yang memiliki pengaruh optimal dan signifikan terhadap kandungan gizi protein tempe (*Ryzopus oryzae*) pada paparan UV-C selama 60 menit.

#### **4.1.4 Data Hasil Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kadar Lemak Tempe (*Ryzopus oryzae*)**

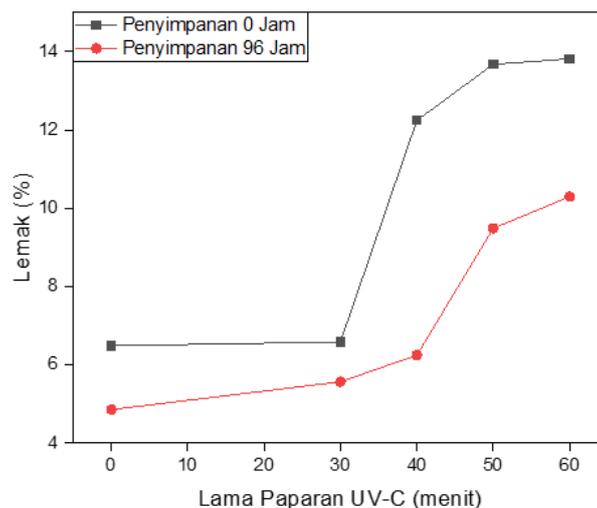
Analisis kandungan gizi lemak pada tempe (*Ryzopus oryzae*) dengan menggunakan metode Soxhlet, metode ini adalah metode pengekstraksian lemak dengan alat Soxhlet. Sampel tempe (*Ryzopus oryzae*) yang diuji pada penelitian ini dengan variasi paparan 0 menit atau kontrol, 30 menit, 40 menit, 50 menit dan 60 menit pada hari penyimpanan hari ke-0 tempe segar dan hari ke 4 tempe semangit.

Data diperoleh dari pengujian lemak metode Soxhlet dilab Uji Pangan Maxzlab dengan standar uji didapatkan hasil data pada tabel 4.10 sebagai berikut ini :

Tabel 4.10 Data Hasil Penelitian Kandungan Lemak Tempe (*Ryzopus oryzae*)

| Penyimpanan (Hari Ke-) | Perlakuan (Menit) | % Kadar Lemak |
|------------------------|-------------------|---------------|
| 0                      | 0                 | 6,49          |
|                        | 30                | 6,59          |
|                        | 40                | 12,25         |
|                        | 50                | 13,68         |
|                        | 60                | 13,82         |
| 4                      | 0                 | 4,86          |
|                        | 30                | 5,57          |
|                        | 40                | 6,25          |
|                        | 50                | 9,49          |
|                        | 60                | 10,30         |

Tabel 4.10 yang menunjukkan hasil data pengaruh paparan UV-C terhadap kandungan gizi lemak pada tempe (*Ryzopus oryzae*), hasil dari pengukuran kadar lemak diatas menunjukkan semakin lama paparan UV-C terhadap sampel tempe kandungan lemak yang ada semakin besar baik hari ke-0 maupun hari ke-4 dengan nilai pada 0 menit pada hari ke-0 dan ke-4 sebesar 6.49 % dan 4.86 %, pada paparan 30 menit 6.59% dan 5.57 %, paparan 40 menit 12.25% dan 6.25%, dan paparan 50 menit 13.68% dan 9,49%, paparan 60 menit 13.83% dan 10.3%, dan Data diatas kemudian dianalisa dengan menggunakan kurva dibawah ini :



Gambar 4.4 Grafik % Kadar Lemak

Gambar 4.4 menunjukkan pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap kandungan gizi lemak. Semakin lama paparan UV-C maka kadar lemak semakin tinggi dibandingkan dengan kelompok control akan tetapi mengalami penurunan kadar lemak pada pada hari ke-4 ditunjukkan pada kurva diatas. Yang mana pada 60 menit memiliki nilai %lemak yang tinggi daripada variasi paparan 30 menit, 40 menit, 50 menit dan juga kelompok control baik pada hari ke-0 maupun hari ke-4.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Umur Simpan Tempe (*Ryzopus oryzae*)

Tempe (*Ryzopus oryzae*) adalah olahan makanan yang terbuat dari kedelai yang terfermentasi oleh ragi tempe yang menjadi kapang tempe, dari tahap fermentasi tersebut biji kedelai mengurai menjadi senyawa yang sederhana dan mudah untuk dicerna serta memiliki banyak kandungan gizi yang ada didalamnya (Adi, 2016), sebab tempe memiliki standar mutu untuk memenuhi standar gizi yang kemudian bisa dikatakan tempe layak untuk dikonsumsi (Badan Standarisasi

Nasional, 2015). Akan tetapi, tempe memiliki umur simpan yang tidak panjang (Dwinaningsih 2010).

Penelitian ini menggunakan tempe yang memiliki umur simpan  $\pm 30$  jam atau tempe dalam keadaan fermentasi sempurna (Tempe segar), karena apabila fermentasi belum sempurna kemudian perlakuan lama paparan UV-C dilakukan pada tempe tersebut maka fermentasi yang terjadi pada tempe tidak sempurna atau fermentasi gagal, yang disebabkan setelah diberi perlakuan UV-C akan menghambat pertumbuhan kapang pada tempe hingga kapang tidak tumbuh dan sel mikroorganisme penyebab pembusukan pada tempe terus berkembang (Darajat, 2014). Hal ini menunjukkan apabila tempe dengan keadaan tekstur yang sempurna setelah diberi perlakuan UV-C maka akan menghambat pertumbuhan kapang dan mutasinya sel mikroorganisme pada tempe yang menjadi faktor pembusukan pada tempe. Kelompok sampel yang terbagi dari dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan paparan sinar UV-C menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap umur simpan diantar kedua kelompok tersebut.

Hasil data yang diperoleh dari penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.1 terdapat perbedaan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan, pada kelompok kontrol didapatkan hasil umur simpan pada tempe sampai dalam keadaan busuk diperoleh hasil rata-rata  $99,00 \pm 0,816$  jam atau 4 hari 3 jam, pada keadaan perlakuan 30 menit, 40 menit, 50 menit dan 60 menit dengan hasil rata-rata lebih lama yaitu  $108,00 \pm 0,817$  jam atau 4 hari 12 jam,  $116,25 \pm 0,957$  jam atau 4 hari 20 jam,  $122,00 \pm 0,816$  jam atau 5 hari 2 jam dan  $141,00 \pm 0,816$  jam atau 5 hari 21 jam, yang kemudian dilanjutkan dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) *One Way* untuk mengetahui perbandingan rata-rata dan didapatkan hasil signifikansi 0.00 sehingga diperlukan uji lanjutan DMRT yang menunjukan hasil pada kelompok

control dan kelompok perlakuan UV-C memiliki hasil notasi yang berbeda nyata antar kelompok, dan ditunjukkan hasil umur simpan yang paling lama pada variasi paparan UV-C 60 menit dengan notasi (e).

Paparan UV-C berpengaruh terhadap umur simpan tempe (*Rhizopus oryzae*), dijelaskan pula pada penelitian sebelumnya paparan sinar UV-C mampu menghambat atau memutasi sel mikroorganisme yang menjadi sebab cepatnya pembusukan pada tempe dan memperlambat pertumbuhan pada kapang tempe sehingga umur tempe menjadi lebih lama daripada tempe yang tidak diberi perlakuan dan tanpa terjadi perubahan dari kandungan tempe tersebut bahkan sampel control memiliki nilai kandungan yang lebih rendah dari sampel yang diberi perlakuan (Argo, 2016). Fase-fase diatas menunjukkan tempe tidak mempunyai umur simpan yang lama atau mudah busuk karena terfermentasi bahan dasar yang membuat mikroorganisme berkembangbiak di dalamnya. Untuk menambah umur simpan tempe bisa dilakukan dengan menghentikan kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas. Oleh karena itu, pemberian paparan radiasi sinar UV-C akan mempengaruhi kenaikan jumlah bakteri karena terjadi proses absorpsi (Ping et al. 2022). Proses absorpsi adalah interaksi antara cahaya dengan atom, Ketika terjadi tumbukan cahaya dengan atom pada materi maka energi akan terserap pada atom. ketika terjadi proses absorpsi oleh materi pada DNA pada proses selanjutnya terjadi interaksi intensif antara energi foton sinar ultraviolet-c dengan sel hidup sederhana, DNA atau asam nukleat dapat menjadi permanen dengan adanya interaksi tersebut, oleh sebab itu, pada proses ini mampu menambah umur simpan pada tempe (*Rhizopus oryzae*) (Argo et al. 2016).

#### **4.2.2 Pengaruh Lama Paparan UV-C Terhadap Kandungan Gizi (Karbohidrat, protein, dan Lemak) Tempe (*Ryzopus oryzae*)**

Tempe (*Ryzopus oryzae*) yang memiliki umur simpan tidak lama juga memiliki kandungan gizi yang banyak didalamnya, dan pada penelitian ini kandungan gizi yang akan diuji adalah kandungan gizi karbohidrat, protein dan lemak baik kelompok kontrol ataupun kelompok perlakuan paparan UV-C. Tempe memiliki standar mutu untuk memenuhi standar gizi yang telah ditentukan oleh badan standar pangan. Menurut Badan Standar Pangan (2015) tempe dengan kandungan yang memenuhi standar gizi yaitu tekstur yang kompak (jika dipotong tetap utuh), warna putih merata, bau has tempe tanpa adanya bau amoniak, serta kadar karbohidrat minimal 9%, kadar protein 14%, kadar lemak 7%, kadar air minimal 65% dan kadar serat kasar maksimal 2,5% dll (Redi Aryanta 2020).

Klasifikasi standart mutu diatas menjadi acuan standar kandungan gizi pada penelitian ini. Hasil uji kandungan gizi karbohidrat ditunjukkan pada tabel 4.4 dan kurva 4.2 diperoleh hasil yang berbeda antara dua kelompok penelitian yaitu kelompok kontrol dan kelompok uji dengan waktu pengujian yang terjadi penurunan kandungan gizi disetiap variasi waktu uji kadar karbohidrat baik kelompok perlakuan paparan UV-C maupun kelompok kontrol pula mengalami penurunan kadar gizi karbohidrat.

Guna mengetahui perbandingan rata rata dan mengetahui pengaruh lama paparan dan lama penyimpanan dilakukan uji factorial yang menunjukkan signifikasi 0.00. Sehingga, dilakukan uji lanjutan DMRT untuk mengetahui spesifikasi data yang lebih unggul dan didapat hasil optimum pada variasi paparan 60 menit dari setiap hari pengujian kandungan karbohidrat, dan mampu

memertahankan kandungan mutu gizi sesuai standart sebesar  $10,152 \pm 0,557\%$  dibandingkan kelompok control dan kelompok paparan UV-C yang lain.

Paparan UV-C mampu mempengaruhi kadar karbohidrat tempe. Menurut Ellent, 2022 Kadar gizi karbohidrat mengalami penurunan gizi disetiap hari pengujian tempe dikarenakan pada proses fermentasi sel mikroba memanfaatkan banyak nutrisi dalam tempe. Meningkatnya kadar monosakarida pada kapang juga menjadi pemicu pertumbuhan sel mikroba bakteri karena monosakarida digunakan sebagai sumber nutrisi sel bakteri sehingga terjadi penurunan kandungan gizi karbohidrat pada tempe, dengan adanya paparan UV-C terhadap tempe mampu menghambat pertumbuhan atau memutasi sel mikroba untuk mempertahankan kadar kandungan karbohidrat pada tempe. Semakin lama paparan UV-C maka semakin besar nilai kandungan gizi karbohidrat tempe karena paparan yang diberikan pada sampel lebih lama sehingga dapat menonaktifkan mikroorganisme lebih banyak (Razie and Widawati 2018).

Kandungan gizi protein dengan standart mutu gizi yang telah ditentukan sebesar 14% (Alvina and Hamdani 2019) dan hasil uji pada penelitian ini dengan dua kelompok kontrol dan kelompok perlakuan UV-C pada tabel 4.7 dan kurva 4.3. Pengujian pada hasil data kelompok perlakuan paparan UV-C memiliki perbedaan dengan kelompok control pada penurunan gizi protein pada pengujian 96 jam lebih besar daripada penyimpanan 0 jam dan nilai kandungan gizi protein lebih besar dibandingkan kelompok control, juga semakin lama waktu perlakuan maka semakin besar nilai kandungan gizi protein.

Uji Faktorial selanjutnya juga digunakan untuk mengetahui perbandingan rata-rata dan dari hasil data tersebut yang menunjukkan signifikansi 0.00 pada tabel 4.8 disetiap waktu pengujian. Sehingga, dilakukan uji lanjutan DMRT untuk

mengetahui spesifikasi data yang lebih unggul dan didapat hasil optimum pada variasi paparan 60 menit dari setiap hari pengujian kandungan protein sampai waktu penyimpanan sekitar 144 jam sebesar 5,63 % dibandingkan kelompok control dan kelompok paparan UV-C yang lain.

Lama paparan UV-C berpengaruh terhadap kandungan gizi protein, semakin lama paparan semakin besar kandungan gizi protein, penelitian sebelumnya oleh Argo, 2016 kandungan protein pada tempe yang diberi paparan lebih besar dibandingkan kelompok kontrol yang mengalami penurunan drastis berbeda dengan kelompok perlakuan yang turun secara teratur, hal ini dikarenakan paparan radiasi mengakibatkan mikroba mati sehingga berkurangnya penghambat pertumbuhan protein (Argo, 2016).

Proses fermentasi protein mengalami proses katabolisme dengan melepasnya gugus-gugus amino menjadi asam amino yang terkandung didalamnya unsur N yang mana protein akan meningkat yang mengakibatkan adanya enzim protease yang meningkat pada waktu tempe fermentasi sempurna sampai fermentasi lanjut sehingga kadar kandungan gizi protein semakin meningkat seiring lamanya dan menurun kembali karena terdapat proses degradasi protein (Dwinaningsih, 2010).

Data dari penelitian ini menunjukkan bawasannya pada penyimpanan 0 jam sampai 48 jam mengalami proses katabolisme sehingga kadar protein naik, pada penyimpanan 96 jam sampai 144 jam protein mengalami degradasi protein sehingga terjadi penurunan kadar protein. Pada masa simpan 96 menit kelompok perlakuan (0 menit) mengalami penurunan secara drastis karena pada masa tersebut tempe mengalami pembusukan dari proses fermentasi tempe. Masa simpan 96 dan 144 cenderung vertikal daripada masa simpan 0 jam dan 48 menit karena pada

proses ini menunjukkan adanya pengaruh paparan radiasi mengakibatkan mikroba mati sehingga berkurangnya penghambat pertumbuhan protein sehingga semakin lama paparan kadar protein semakin besar (Muthmainah, 2016).

Kadar kandungan gizi lemak pada penelitian ini dilakukan dengan dua kelompok yaitu kelompok control dan kelompok perlakuan, serta terdapat perbedaan Teknik pengujian dari kandungan gizi karbohidrat dan protein, yang mana pengujian lemak dilakukan dengan metode ekstrak Soxhlet sudah cukup optimal menunjukkan hasil % lemak, hari pengujian diambil dari penyimpanan ke 0 jam dan ke-96 jam yang mana kandungan lemak pada tempe bisa diuji dengan baik dan belum terjadi proses hidrolisis yang disebabkan kandungan air yang lebih banyak sehingga pengestrakan lemak lebih baik dan pada fermentasi lanjutan 96 jam diketahui perbedaan kadar lemak mendekati masa pembusukan (Mulyani 2016).

Hasil data lemak didapatkan pada penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan antara kelompok control dan kelompok perlakuan paparan UV-C yang mana semakin lama perlakuan paparan UV-C kandungan lemak semakin besar dan mengalami penurunan kandungan gizi lemak pada pengujian penyimpanan ke 96 jam. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan kandungan kadar lemak pada tempe antara dua kelompok perlakuan berbeda nyata. Kandungan lemak mengalami penurunan dikarenakan semakin bertambahnya hari fermentasi pada tempe maka kandungan lemak akan semakin berkurang dikarenakan pada sepertiga lemak netral yaitu monogliserida, digliserida dan trigliserida pada tempe mengalami proses hidrolisis oleh enzim lipase yang bergantung pada lamanya waktu fermentasi sehingga mengalami penurunan kadar lemak (Pradana et al. 2019). Lemak tidak mudah dimanfaatkan oleh sel mikroba sebagai nutrisi dibandingkan dengan

karbohidrat, hal ini berpengaruh terhadap tempe dengan perlakuan paparan UV-C walaupun kadar lemak mengalami penurunan pada fermentasi lanjutan atau pengujian hari ke-4 tetapi semakin lama paparan UV-C terhadap tempe kadar lemaknya semakin tinggi dikarenakan adanya penurunan atau permutasian sel mikroba pada tempe yang tidak memanfaatkan lemak sebagai nutrisi (Kurniawan, 2019).

Kadar lemak pada penyimpanan 0 jam kelompok kontrol pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih kecil dari kelompok perlakuan UV-C. pada dasarnya lemak pada tempe memiliki perubahan komposisi dari aktivitas ragi dan bakteri, proses pembusukan tempe disertai kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak, pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah sampel yang memiliki masa fermentasi kurang lebih 30 jam yang mana asam lemak 30 jam digunakan sebagai sumber karbon oleh kapang untuk asimilasi pertumbuhan yang menjadi salah satu nutrisi dari bakteri sehingga nilai kadar lemak pada penyimpanan 0 jam kelompok kontrol lebih sedikit daripada kelompok perlakuan yang memiliki nilai lebih tinggi karena telah terjadi proses paparan UV-C yang mempengaruhi jumlah bakteri (Utari, 2010).

### **4.3 Integrasi Keislaman**

#### **4.3.1 Manfaat Sinar Ultraviolet-C**

Matahari memiliki banyak manfaat dalam kehidupan, sinar matahari dapat digunakan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dari berbagai bidang keilmuan salah satunya pada bidang sains dan teknologi (Afida, 2019). Allah SWT berfirman dalam Q. S. Yunus (10):5

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا... (٥)

Artinya : *“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya...”*

Ayat pada Q. S. Yunus (10):5 menjelaskan Allah menciptakan matahari yang secara fisis mampu menjadi sumber sinar dengan segala kegunaannya yang mana pada ayat ini matahari menjadi tampak atau dhohir dan mampu membuat selainnya terang atau mudhir. Quraish shihab (2006) menjelaskan, pada kata ضِيَاءٌ yang merupakan jamak dari kata ضَوْءٌ yang menjadi sifat dari matahari yaitu bersinar atas dirinya dan mampu memantulkan sinar dari matahari itu sendiri (Afif, 2019). Sedangkan نُورٌ yang menjadi sifat dari bulan memiliki perbedaan dengan matahari yaitu bulan tidak dapat memantulkan cahayanya sendiri dan cahayanya berasal dari pantulan sinar matahari. Cahaya matahari memancar dengan bantuan bulan pada malam hari (Baihaki, 2020).

Energi matahari bermanfaat untuk kehidupan sehingga terjadi keseimbangan di bumi, energi matahari yang penting diantaranya yaitu sinar ultraviolet dan inframerah keduanya memiliki peran yang penting namun pada kadar tertentu menjadi berbahaya sehingga Allah SWT menciptakan pengamannya pula (Murtono 2013). Seiring berkembangnya zaman, energi sinar ultraviolet matahari diaplikasikan dalam kehidupan manusia menjadi lampu dengan panjang gelombang  $\pm 280$  nm memiliki energi seperti sinar ultraviolet pada matahari. Sifat lampu juga sama dengan matahari mampu memancarkan sinar dari lampu itu sendiri (Cahyonugroho, 2021).

Sinar ultraviolet pada tipe C memberikan manfaat yang mana dapat digunakan untuk membunuh mikroba dan juga kuman serta bisa dimanfaatkan untuk bahan makanan yang tersimpan menjadi steril karena pengurangan mikroba. ayat diatas menunjukkan matahari memberikaan pengembangan ilmu pengetahuan dalam berbagai hal khususnya pada penelitian ini. Manfaat dari sinar UV-C diatas

dimanfaatkan dalam penelitian ini untuk menambah umur simpan pada pangan tempe (*Rhizopus oryzae*) dan mengetahui pengaruh terhadap kandungan gizi didalamnya (Afida, 2019).

#### 4.3.2 Kualitas Gizi Makanan

Menambahnya umur simpan pada tempe juga erat kaitannya dengan standart kelayakan mutu gizi yang baik, Allah SWT berfirman pada surat al-Baqarah (2):168 :

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا... (١٦٨)

Artinya : “Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik,....”.

Allah menganjurkan kepada makluknya untuk mengonsumsi makan yang baik, menurut Qurayis shihab (2002) pada ayat ini kata طَيِّبًا berkedudukan sebagai sifat dari kata حَلَالًا yang memiliki arti suci atau baik. Menurut imam malik kata طَيِّبًا menjadi tawkid untuk menguatkan yang memiliki makna yang sama sehat ataupun baik (Samsuddin et al. 2020), sehingga bisa difahami dari ayat ini bahwa makanan yang baik adalah makanan yang memiliki kualitas gizi yang baik secara kimiawi maupun baik dari segi fisis seperti bau, rasa, warna dan tekstur dll.

Inovasi terhadap pangan dengan dilakukannya paparan sinar UV-C terhadap tempe (*Rhizopus oryzae*) memiliki manfaat menambah umur simpan tempe dengan selisih kelompok control dan kelompok perlakuan dengan hasil yang berbeda yaitu perlakuan paparan menambah umur simpan pada tempe, dan mempertahankan kualitas gizi pada makanan dengan baik, hal ini selaras dengan konsep ayat diatas. Makanan yang baik adalah makanan yang halal yang memiliki kualitas gizi baik pula. (Hayati, 2009).

Apa yang telah Allah SWT ciptakan didunia ini adalah sebagai ladang yang telah Allah anugerahkan kepada manusia, bentuk pengimplikasian rasa syukur terhadap apa yang telah Allah berikan salah satunya dengan mempelajari dan mengaplikasikan ilmu pengetahuan serta mengembangkan teknologi yang bisa bermanfaat. Inovasi pada penelitian ini mampu menambah umur simpan tempe (*Ryzopus oryzae*) dan mempertahankan kandungan gizi (karbohidrat, protein dan lemak) dengan mengkorelasikan antara dalil naqli Al-Qur'an dengan dalil aqli sehingga terpecahkan melalui pemikiran yang membentuk teori serta pembuktian untuk membenarkan teori tersebut (Harahap, 2017).

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap umur simpan dan kandungan gizi (karbohidrat, protein dan lemak) tempe (*Rhizopus oryzae*) dapat disimpulkan berikut ini :

1. Lama paparan UV-C memberikan pengaruh tempe (*Rhizopus oryzae*) yang mampu menambah umur simpan rata-rata  $141,00 \pm 0,816$  jam atau 5 hari 21 jam pada lama paparan 60 menit dibandingkan kelompok kontrol  $99,00 \pm 0,816$  jam atau 4 hari 3 jam, dengan selisih 1 hari 18 jam.
2. Lama paparan UV-C dapat memberikan pengaruh terhadap kualitas gizi (karbohidrat, protein dan lemak) tempe, karbohidrat tempe mengalami penurunan pada masa simpan, perlakuan paparan UV-C selama 60 menit mampu mempertahankan nilai gizi dengan rata-rata  $8,5815 \pm 0,826\%$ , protein tempe mengalami kenaikan pada masa tempe semangit dan perlakuan paparan UV-C selama 60 menit mampu mempertahankan nilai gizi dengan rata-rata  $5,636 \pm 0,121\%$ , dan lemak tempe mengalami penurunan pada masa simpan, paparan UV-C 60 menit mempertahankan nilai lemak paling tinggi diantara perlakuan yang lain dan kelompok kontrol sebesar 10,3%.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka perlu diberikannya saran untuk penelitian mendatang, sebagai berikut :

1. Perlu ditingkatkannya nilai intensitas untuk mengetahui hasil yang lebih maksimal lagi dari penelitian ini.

2. Perlu adanya ketelitian dalam menentukan waktu pengukuran kualitas gizi dari masa pemaparan
3. Perlu dilakukan uji kandungan lain terhadap tempe seperti isoflavone, kadar serat kasar dsb.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rohman, Sumantri, 2007, Analisis Makanan “*Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Protein Dalam Pangan*”, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Adi, Bingar Sasmita. 2016. “*Kualitas Tempe Kedelai Dengan Lama Fermentasi Tiga Hari dan Empat Hari .*” Program Studi Kimia, Fakultas Sains : 1–23.
- Afida, Anisa Nur, and Mukarramah Mustari. 2019. “*matahari dalam perspektif sains dan al- qur’ an sun in perspectives of science and al-qur’ an.*” 02(1): 27–35.
- Afif Nur Wahid. 2019. “Bintang dalam perspektif al-qur`an (studi tafsir tematik ).” Ponorogo: IAIN Ponorogo
- Afriani, Ledy. 2020. “*The Ultraviolet Light (UV) Technology As A Disinfection Of Drinking Water (A Literature Study).*” 3: 1–11.
- Akrom, M, and E Hidayanto. 2014. “*Kajian Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Susut Bobot Pada Buah Jambu Biji Merah Selama Masa Penyimpanan.*” Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 10(1): 86–91.
- Almatsier, S. 2002. *Prinsip Dasar Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Alvina, Adini, and Dany Hamdani. 2019. “*Proses Pembuatan Tempe Tradisional.*” *Jurnal Pangan Halal* 1(1): 1/4.
- Angelia. Ika. 2016. “*Analisa Ampas Lemak Tepung dalam Kelapa*”. Vol. 4 No. 1
- Argo, Bambang Dwi, Nur Komar, Safitri Rizka Rahmawati, and Joko Prasetyo. 2016. “*Uji Performansi Penyimpanan Tempe Menggunakan Pancaran Radiasi Ultraviolet Performance Test of Tempe Storage Using Ultraviolet Radiation.*” 4(3): 187–98.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. “Tempe Kedelai SNI 3144:2015.” *Tempe Kedelai*: 1–26.
- Baihaki, 2020. *Telaah Tafsir Sufistik: Studi Atas Penafsiran Ayat-Ayat Tentang Nur dalam Tafsir Al-Qur`an Al-`Azhim Karya Sahal Al-Tustari.*” ilmu ussuluddin vol. 19(2).
- Bambang Dwi, Nur Komar, Safitri Rizka Rahmawati, and Joko Prasetyo. 2016. “*Uji Performansi Penyimpanan Tempe Menggunakan Pancaran Radiasi Ultraviolet Performance Test of Tempe Storage Using Ultraviolet Radiation.*” 4(3): 187–98.

- Bismo, Setijo. 2006. *Teknologi Radiasi Sinar Ultra-Ungu (UV) dalam Rancang Bangun Proses Oksidasi Lanjut untuk Pencegahan Pencemaran Air dan Fasa Gas*. Jakarta : Jurusan Teknik Kimia UI
- Cahyonugroho, Okik Hendriyanto, 2019. *pengaruh intensitas sinar ultraviolet dan pengadukan terhadap reduksi jumlah bakteri e.coli*. pengaruh intensitas UV-C Vol 1(2)
- Darajat, Duta Pakerti, Wahono Hadi Susanto, and Indria Purwantiningrum. 2014. "Pengaruh Umur Fermentasi Tempe Dan Proporsi Dekstrin Terhadap Kualitas Susu Tempe Bubuk." *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(1): 47–53. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/21/28>.
- Dwinaningsih, Erna Ayu. 2010. "Karakteristik Kimia Dan Sensori Tempe Dengan Variasi Bahan Baku Kedelai / Beras Dan Penambahan Angkak Serta Variasi Lama Fermentasi." *Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret*: 27–78.
- Ellent, Sifera S C, Lusiawati Dewi, and Marisa Chr Tapilouw. 2022. "Karakteristik Mutu Tempe Kedelai ( *Glycine Max L.* ) Yang Dikemas Dengan Klobot *Quality Characteristics of Soybean ( Glycine Max L. ) Tempeh Packaged with Corn Husks.*" 11(1): 32–40.
- Gabriela Walman Ratu, Maria. 2017. "Analisis Kuantitatif Kadar Glukosa Pada Sirup Hasil Hidrolisis Air Leri Beras IR-64 Dengan Metode Pengukuran Luff Schoorl." *Skripsi*: 1–80.
- Hayati, Elok Kamilah . "Sebuah Bahasan untuk Penetapan Halalan Toyyiban" "pengawet makanan : " 10(2).
- Halliday, David, 1993. *Fisika*. Jakarta : Erlangga
- Istinaroh, Nurul, 2019. " Analisis Kadar Protein Pada Tahu Putih , Tahu Susu Dan Tahu Bulat ' " *Analysis of Protein Levels in White Tofu , Milk Tofu and Round Tofu* ". Program Studi, Agroteknologi Fakultas, and Pertanian Universitas. : 1–20.
- Jubaidah, Siti, Henny Nurhasnawati, Heri Wijaya, 2016. "Penetapan Kadar Protein Tempe Jagung (*Zea mays l*) dengan kombinasi kedelai ( *Glycine max ( l. ) merill* )." *Akademi Farmasi Samarinda*.2(1): 111–19.
- Ketaren, S. 2005. *Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : UI
- Khanifah, Farach. 2018. "Analisis Kadar Protein Total Pada Tempe Fermentasi Dengan Penambahan Ekstrak Nanas ( *Ananascomosus ( L. ) Merr* )." 20(1): 46–49.
- Kurniawan, Nova Damayanti. 2019. "Kadar Lemak, Kadar air, Kadar protein, dan Antioksidan Tempe Edamame (*Glycine max (l) merrill*) dengan Jenis Pengemas yang Berbeda." 3(2): 2009–12.

- Lubis, Novriyanti. 2022. *Penentuan Kualitas Madu Ditinjau dari Kadar Sukrosa dengan Metode Luff Schoorl*. Jurnal Sains dan Kesehatan. Vol. 4 No. 2.
- Maghfiroh, E W. 2015. "Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Viabilitas Dan Profil Protein Isolat Bakteri *Staphylococcus Aureus* Sebagai Bahan Vaksin." <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/3248>.
- Mukhoyaroh, Hanifah. 2015. "Pengaruh Jenis Kedelai, Waktu Dan Suhu Pemeraman Terhadap Kandungan Protein Tempe Kedelai." *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya* 2(2): 47–51.
- Mulyani, Sri. 2016. "pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar protein dari tempe biji buah lamtoro gung (*Leucaena Leucocephala*) Effect Of Fermentation Time To The Protein Levels Of Fermented Lamtoro Gung (*Leucaena Leucocephala*) Fruit Seed Pengaruh Waktu Fermentasi Terhada." 5(1): 50–54.
- Murtono. 2013. "Konsep Cahaya Dalam Al-Qur'an Dan Sains." *Jurnal IV*, No.2: 147–58.
- Muthmainnah, Dkk. 2016. *Effect of Fermentation Time to the Protein Level of Fermented Lamtoro Gung (Leucaena leucocephala) Fruit Seed*. Jurnal kimia. ISSN 24302-6030(p).2477-5185.5(1):50-54.
- Peatross, Justin, and Ware Michael. 2015. *Physics of Light and Optics Physics of Light and Optics (Questions)*. <https://doi.org/10.1364/fio.2010.jwa64>.
- Pradana, Rafizaaz Andy. 2019 "correlation of protein and fat levels on flavor of fried soybean tempeh (*Glycine max l.*) circulating in malang city. vol 5(6)"
- Peti Virgianti, 2015. "Uji Antagonis Jamur Tempe (*Rhizopus Sp*) Terhadap Bakteri Patogen Enterik." *Biosfera* 32(3): 162–68.
- Ping, Qian et al. 2022. "Insight into Using a Novel Ultraviolet/Peracetic Acid Combination Disinfection Process to Simultaneously Remove Antibiotics and Antibiotic Resistance Genes in Wastewater: Mechanism and Comparison with Conventional Processes." *Water Research* 210: 118019.
- Purwanto, Aris, and Weliana Rudi. 2018. "Kualitas Tempe Kedelai Pada Berbagai Suhu Penyimpanan." *Warta Industri Hasil Pertanian* 35(2): 106.
- Razie, Fahrur, and Lina Widawati. 2018. "kombinasi pengemasan vakum dan ketebalan kemasan untuk memperpanjang umur simpan tempe-combination of vacuum packaging and packing thickness to prolong the shelf life of tempe" ISSN : 2407 – 1315 *Agritepa*, Vol. IV, No.2, Januari – Juni 2018." IV(2): 94–107.
- Reddy, N. R. 2019. "Tempe." *Legume-Based Fermented Foods*: 95–40.
- Redi Aryanta, I wayan. 2020. "Manfaat Tempe Untuk Kesehatan." *Widya Kesehatan* 2(1): 44–50.

- Rosyida, Naila Binti. 2020. "Pengaruh Lama Pemaparan Sinar Uv-C Terhadap Kualitas Cabai Rawit Hijau Selama Masa Penyimpanan Dengan Kemasan Plastik." 2017(1): 1–9.
- Samsudin, 2020. *Makanan Halal dan Thayyib* "Perspektif Al- Qur'an." vol 10(3).
- Santi, Sintha Soraya. 2009. "Penurunan Konsentrasi Surfactan pada Limbah Detergen dengan Proses Photokatalitik Sinar UV" 4(1): 260–64.
- Sarinaningsih. 2018. "Pengaruh Intensitas Lama Waktu Penyinaran Dan Posisi Sumber Sinar Ultraviolet Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E. Coli Pada Air Sumur." Universitas Mataram Repository. <http://eprints.unram.ac.id/11270/1/JURNAL.pdf>.
- Silaban, Evi Theresia. 2019. "Penetapan Kadar Karbohidrat Pada Cookies Dengan Metode Luff Schrool." Skripsi: Universitas Sumatera Utara.
- Suharyono, M. Kurniadi "Efek Sinar Ultraviolet Dan Lama Simpan Terhadap Karakteristik Sari Buah Tomat." Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM 30(1): 25–31.
- Utari, Diah. 2010. kandungan asam lemak, zink, dan Copper pada tempe. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Gizi Indon. 33(2): 108-115
- Yuliani, Dewi. 2018. "Petunjuk Praktikum Biokimia." Fakultas Kedokteran Universitas Jember: 38. 2(1): 44–50.
- Santi, Sintha Soraya. 2009. "Penurunan Konsentrasi Surfactan Pada Limbah Detergen Dengan Proses Photokatalitik Sinar Uv." 4(1): 260–64.
- Sarinaningsih. 2018. "Pengaruh Intensitas Lama Waktu Penyinaran Dan Posisi Sumber Sinar Ultraviolet Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E. Coli Pada Air Sumur." Universitas Mataram Repository. <http://eprints.unram.ac.id/11270/1/JURNAL.pdf>.
- Winarno, F. 2006. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Perhitungan Kadar Karbohidrat

### 1.1 Data Hasil Uji Luff Schrool

| Perlakuan (Menit) | Penyimpanan (Jam) | U1 (Titration) | Vtio | mggp | %Karbohidrat |
|-------------------|-------------------|----------------|------|------|--------------|
| 0                 | 0                 | 19,4           | 2,1  | 5,04 | 9,072        |
| 0                 | 48                | 19,6           | 1,9  | 4,56 | 8,208        |
| 0                 | 96                | 20,1           | 1,4  | 3,36 | 6,048        |
| 0                 | 144               | 20,4           | 1,1  | 2,64 | 4,752        |
| 30                | 0                 | 18,9           | 2,6  | 5,94 | 10,692       |
| 30                | 48                | 19,2           | 2,3  | 5,52 | 9,936        |
| 30                | 96                | 19,7           | 1,8  | 4,32 | 7,776        |
| 30                | 144               | 20,2           | 1,3  | 3,12 | 5,616        |
| 40                | 0                 | 18,8           | 2,7  | 6,48 | 11,664       |
| 40                | 48                | 19             | 2,5  | 6    | 10,8         |
| 40                | 96                | 19,6           | 1,9  | 4,56 | 8,208        |
| 40                | 144               | 20,1           | 1,4  | 3,36 | 6,048        |
| 50                | 0                 | 18,6           | 2,9  | 6,96 | 12,528       |
| 50                | 48                | 18,9           | 2,6  | 6,24 | 11,232       |
| 50                | 96                | 19,4           | 2,1  | 5,04 | 9,072        |
| 50                | 144               | 19,8           | 1,7  | 4,08 | 7,344        |
| 60                | 0                 | 18,3           | 3,2  | 7,7  | 13,86        |
| 60                | 48                | 18,7           | 2,8  | 6,72 | 12,096       |
| 60                | 96                | 19             | 2,5  | 6    | 10,8         |
| 60                | 144               | 19,4           | 2,1  | 5,04 | 9,072        |

| Perlakuan (Menit) | Penyimpanan (Jam) | U2 (Titration) | Vtio | mggp | %karbohidrat |
|-------------------|-------------------|----------------|------|------|--------------|
| 0                 | 0                 | 19,3           | 2,2  | 5,28 | 9,504        |
| 0                 | 48                | 19,8           | 1,7  | 4,08 | 7,344        |
| 0                 | 96                | 19,9           | 1,6  | 3,84 | 6,912        |
| 0                 | 144               | 20,6           | 0,9  | 2,16 | 3,888        |
| 30                | 0                 | 18,9           | 2,6  | 5,94 | 10,692       |
| 30                | 48                | 19,3           | 2,2  | 5,28 | 9,504        |
| 30                | 96                | 19,8           | 1,7  | 4,08 | 7,344        |
| 30                | 144               | 20,3           | 1,2  | 2,88 | 5,184        |
| 40                | 0                 | 18,8           | 2,7  | 6,48 | 11,664       |
| 40                | 48                | 19,1           | 2,4  | 5,76 | 10,368       |
| 40                | 96                | 19,8           | 1,7  | 4,08 | 7,344        |
| 40                | 144               | 20,2           | 1,3  | 3,12 | 5,616        |
| 50                | 0                 | 18,6           | 2,9  | 6,96 | 12,528       |
| 50                | 48                | 19,1           | 2,4  | 5,76 | 10,368       |
| 50                | 96                | 19,5           | 2    | 4,8  | 8,64         |
| 50                | 144               | 19,9           | 1,6  | 3,84 | 6,912        |
| 60                | 0                 | 18,5           | 3    | 7,2  | 12,96        |
| 60                | 48                | 18,8           | 2,7  | 6,48 | 11,664       |
| 60                | 96                | 19,1           | 2,4  | 5,76 | 10,368       |
| 60                | 144               | 19,5           | 2    | 4,8  | 8,64         |

| Perlakuan (Menit) | Penyimpanan (Jam) | U3 (Titrasi) | Vtio | mggp | %karbohidrat |
|-------------------|-------------------|--------------|------|------|--------------|
| 0                 | 0                 | 19,5         | 2    | 4,8  | 8,64         |
| 0                 | 48                | 19,7         | 1,8  | 4,32 | 7,776        |
| 0                 | 96                | 20,2         | 1,3  | 3,12 | 5,616        |
| 0                 | 144               | 20,7         | 0,8  | 1,92 | 3,456        |
| 30                | 0                 | 19           | 2,5  | 6    | 10,8         |
| 30                | 48                | 19,4         | 2,1  | 5,04 | 9,072        |
| 30                | 96                | 19,9         | 1,6  | 3,84 | 6,912        |
| 30                | 144               | 20,4         | 1,1  | 2,64 | 4,752        |
| 40                | 0                 | 18,9         | 2,6  | 5,94 | 10,692       |
| 40                | 48                | 19,3         | 2,2  | 5,28 | 9,504        |
| 40                | 96                | 19,8         | 1,7  | 4,08 | 7,344        |
| 40                | 144               | 20,1         | 1,4  | 3,36 | 6,048        |
| 50                | 0                 | 18,7         | 2,8  | 6,72 | 12,096       |
| 50                | 48                | 19,3         | 2,2  | 5,28 | 9,504        |
| 50                | 96                | 19,7         | 1,8  | 4,32 | 7,776        |
| 50                | 144               | 20           | 1,5  | 3,6  | 6,48         |
| 60                | 0                 | 18,4         | 3,1  | 7,45 | 13,41        |
| 60                | 48                | 18,7         | 2,8  | 6,72 | 12,096       |
| 60                | 96                | 19,2         | 2,3  | 5,52 | 9,936        |
| 60                | 144               | 19,6         | 1,9  | 4,56 | 8,208        |

| Perlakuan (Menit) | Penyimpanan (Jam) | U4 (Titrasi) | Vtio | mggp | %karbohidrat |
|-------------------|-------------------|--------------|------|------|--------------|
| 0                 | 0                 | 19,2         | 2,3  | 5,52 | 9,936        |
| 0                 | 48                | 19,7         | 1,8  | 4,32 | 7,776        |
| 0                 | 96                | 20,1         | 1,4  | 3,36 | 6,048        |
| 0                 | 144               | 20,6         | 0,9  | 2,16 | 3,888        |
| 30                | 0                 | 19           | 2,5  | 6    | 10,8         |
| 30                | 48                | 19,4         | 2,1  | 5,04 | 9,072        |
| 30                | 96                | 20,1         | 1,4  | 3,36 | 6,048        |
| 30                | 144               | 20,4         | 1,1  | 2,64 | 4,752        |
| 40                | 0                 | 18,8         | 2,7  | 6,48 | 11,664       |
| 40                | 48                | 19,4         | 2,1  | 5,04 | 9,072        |
| 40                | 96                | 19,9         | 1,6  | 3,84 | 6,912        |
| 40                | 144               | 20,3         | 1,2  | 2,88 | 5,184        |
| 50                | 0                 | 18,7         | 2,8  | 6,72 | 12,096       |
| 50                | 48                | 19,2         | 2,3  | 5,52 | 9,936        |
| 50                | 96                | 19,6         | 1,9  | 4,56 | 8,208        |
| 50                | 144               | 20           | 1,5  | 3,6  | 6,48         |
| 60                | 0                 | 18,5         | 3    | 7,2  | 12,96        |
| 60                | 48                | 18,9         | 2,6  | 5,94 | 10,692       |
| 60                | 96                | 19,3         | 2,2  | 5,28 | 9,504        |
| 60                | 144               | 19,7         | 1,8  | 4,32 | 7,776        |

Nb. Nilai blanko : 21,5

## 1.2 Penentuan Kadar Karbohidrat

### 1. Menentukan $V_{tio}$

(contoh : sampel kontrol U1 hari penyimpanan 0 (19,4))

$$\text{Volume Tio} = \frac{(V_b - V_p) \times N_{tio}}{0,1}$$

$$\text{Volume Tio} = \frac{(21,5 - 19,4) \times 0,1}{0,1}$$

$$\text{Volume Tio} = 2,1 \text{ mL}$$

### 2. Mengonversi $V_{tio}$ (mL) ke mggp (mg) (Tabel 3.2)

Karena hasil  $V_{tio}$  tidak bulat maka dilakukan interpolasi

$$\frac{2,1 - 2}{3 - 2} = \frac{x - 4,8}{7,2 - 4,8}$$

$$\frac{0,1}{1} = \frac{x - 4,8}{2,4}$$

$$x = (0,1 \times 2,4) + 4,8$$

$$\text{mggp} = 5,04$$

### 3. Menentukan kadar % karbohidrat

$$\% \text{ karbohidat} = \frac{V_{labu}}{V_{pipet}} \times \frac{\text{mggp}}{\text{mg sampel}} \times f_k \times 100\%$$

$$\% \text{ karbohidat} = \frac{250 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times \frac{5,04 \text{ mg}}{5000 \text{ mg}} \times 0,9 \times 100\%$$

$$\% \text{ karbohidat} = 9,072 \%$$

## Lampiran 2. Perhitungan Kadar Protein

### 2.1 Data Hasil Uji Biuret

| Perlakuan<br>(Menit) | Penyimpanan<br>(Jam) | Abrorbansi Sampel |       |       |       | Konsentrasi Protein |       |       |       | % Protein |       |       |       | Rata-rata |
|----------------------|----------------------|-------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|
|                      |                      | U1                | U2    | U3    | U4    | U1                  | U2    | U3    | U4    | U1        | U2    | U3    | U4    |           |
| 0                    | 0                    | 0,254             | 0,262 | 0,256 | 0,254 | 2,564               | 2,637 | 2,584 | 2,566 | 5,128     | 5,274 | 5,168 | 5,131 | 5,175     |
| 0                    | 48                   | 0,372             | 0,368 | 0,370 | 0,352 | 3,643               | 3,611 | 3,625 | 3,460 | 7,286     | 7,221 | 7,251 | 6,921 | 7,170     |
| 0                    | 96                   | 0,242             | 0,233 | 0,224 | 0,226 | 2,458               | 2,375 | 2,291 | 2,309 | 4,915     | 4,750 | 4,581 | 4,618 | 4,716     |
| 0                    | 144                  | 0,175             | 0,166 | 0,150 | 0,145 | 1,842               | 1,755 | 1,610 | 1,562 | 3,683     | 3,511 | 3,219 | 3,124 | 3,384     |
| 30                   | 0                    | 0,275             | 0,265 | 0,264 | 0,275 | 2,762               | 2,670 | 2,653 | 2,754 | 5,524     | 5,340 | 5,306 | 5,507 | 5,419     |
| 30                   | 48                   | 0,397             | 0,395 | 0,373 | 0,390 | 3,872               | 3,854 | 3,657 | 3,809 | 7,744     | 7,707 | 7,315 | 7,617 | 7,596     |
| 30                   | 96                   | 0,302             | 0,308 | 0,295 | 0,309 | 3,003               | 3,064 | 2,938 | 3,074 | 6,006     | 6,129 | 5,876 | 6,147 | 6,039     |
| 30                   | 144                  | 0,187             | 0,181 | 0,176 | 0,177 | 1,950               | 1,900 | 1,853 | 1,863 | 3,899     | 3,800 | 3,707 | 3,725 | 3,783     |
| 40                   | 0                    | 0,285             | 0,275 | 0,271 | 0,282 | 2,846               | 2,762 | 2,725 | 2,820 | 5,692     | 5,524 | 5,450 | 5,639 | 5,576     |
| 40                   | 48                   | 0,423             | 0,421 | 0,395 | 0,397 | 4,115               | 4,097 | 3,854 | 3,872 | 8,230     | 8,193 | 7,707 | 7,744 | 7,968     |
| 40                   | 96                   | 0,352             | 0,345 | 0,324 | 0,308 | 3,460               | 3,396 | 3,205 | 3,064 | 6,921     | 6,792 | 6,409 | 6,129 | 6,563     |
| 40                   | 144                  | 0,216             | 0,212 | 0,199 | 0,199 | 2,217               | 2,181 | 2,061 | 2,061 | 4,435     | 4,361 | 4,121 | 4,121 | 4,260     |
| 50                   | 0                    | 0,306             | 0,302 | 0,295 | 0,297 | 3,040               | 3,009 | 2,938 | 2,956 | 6,079     | 6,019 | 5,876 | 5,912 | 5,971     |
| 50                   | 48                   | 0,428             | 0,427 | 0,424 | 0,423 | 4,160               | 4,151 | 4,121 | 4,115 | 8,320     | 8,301 | 8,243 | 8,230 | 8,273     |
| 50                   | 96                   | 0,358             | 0,370 | 0,368 | 0,352 | 3,515               | 3,625 | 3,607 | 3,460 | 7,031     | 7,251 | 7,214 | 6,921 | 7,104     |
| 50                   | 144                  | 0,259             | 0,232 | 0,223 | 0,216 | 2,610               | 2,366 | 2,282 | 2,217 | 5,219     | 4,732 | 4,563 | 4,435 | 4,737     |
| 60                   | 0                    | 0,317             | 0,318 | 0,309 | 0,308 | 3,143               | 3,150 | 3,074 | 3,064 | 6,286     | 6,299 | 6,147 | 6,129 | 6,215     |
| 60                   | 48                   | 0,431             | 0,466 | 0,456 | 0,431 | 4,185               | 4,509 | 4,417 | 4,185 | 8,371     | 9,018 | 8,835 | 8,371 | 8,649     |
| 60                   | 96                   | 0,395             | 0,421 | 0,400 | 0,423 | 3,855               | 4,097 | 3,899 | 4,115 | 7,709     | 8,193 | 7,799 | 8,230 | 7,983     |
| 60                   | 144                  | 0,267             | 0,265 | 0,299 | 0,295 | 2,689               | 2,670 | 2,975 | 2,938 | 5,377     | 5,340 | 5,949 | 5,876 | 5,636     |

## 2.2 Penentuan Kadar Protein

### 1. Mencari Konsentrasi protein

Regresi Linier ( $Abs = 0,10909cons + 0,02589$ )

(contoh : sampel kontrol penyimpanan 0 ( $Abs : 0,254$ ))

$$Abs = 0,10909cons + 0,02589$$

$$cons = \frac{0,254 + 0,02589}{0,10909} = 2,564$$

Konsentrasi sampel : 5 gram/10 mL : 5000mg/10mL : 500mg/mL

Faktor pengenceran : 1 mL sampel + 3 aquades + 6 larutan biuret : 10/1

### 2. Menentukan % Protein

$$\% \text{ protein: } \frac{\text{konsentrasi protein}}{\text{konsentrasi sampel}} \times fp \times 100\%$$

$$\% \text{ protein: } \frac{2,564}{500} \times 10 \times 100\% = 5,128 \%$$

## Lampiran 3. Data Hasil Lemak

**steril  
MaxZer**

**PT MaxZer Solusi Steril**  
Nutrition Fact And Food Safety Analysis Laboratory  
Jl. Karya Barat No.20 Malang 65126, 0341 4373093 (114); www.maxzersteril.com/maxzlab

**RESULT OF ANALYSIS/LAPORAN HASIL UJI**

No.LHU/20220603035/01

| No. | SampleName       | Parameter | Unit     | Result | Method                |
|-----|------------------|-----------|----------|--------|-----------------------|
| 1   | Tempel(30m)      | Lemak     | mg /100g | 6,59   | SNI0128911992Point8.1 |
| 2   | Tempel(40m)      | Lemak     | mg /100g | 12,25  | SNI0128911992Point8.1 |
| 3   | Tempel(50m)      | Lemak     | mg /100g | 13,68  | SNI0128911992Point8.1 |
| 4   | Tempel(60m)      | Lemak     | mg /100g | 13,82  | SNI0128911992Point8.1 |
| 5   | Tempel(kontrol)  | Lemak     | mg /100g | 6,49   | SNI0128911992Point8.1 |
| 6   | Tempell(30m)     | Lemak     | mg /100g | 5,57   | SNI0128911992Point8.1 |
| 7   | Tempell(40m)     | Lemak     | mg /100g | 6,25   | SNI0128911992Point8.1 |
| 8   | Tempell(50m)     | Lemak     | mg /100g | 9,49   | SNI0128911992Point8.1 |
| 9   | Tempell(60m)     | Lemak     | mg /100g | 10,30  | SNI0128911992Point8.1 |
| 10  | Tempell(kontrol) | Lemak     | mg /100g | 4,86   | SNI0128911992Point8.1 |

Malang,3Juni2022

**steril  
MaxZer**  
PT. MaxZer Solusi Steril  
TitikNurFaidaS.Si.,M.P.  
TechnicalManager

Page2of2

Hasil laporan uji ini hanya berlaku untuk contoh-contoh tersebut diatas dan tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.  
Penggunaan hasil uji untuk hal-hal yang lain menjadi tanggungjawab pemberi order.

## Lampiran 4. Data Hasil DMRT

### 4.1 Data Uji DMRT Umur Simpan

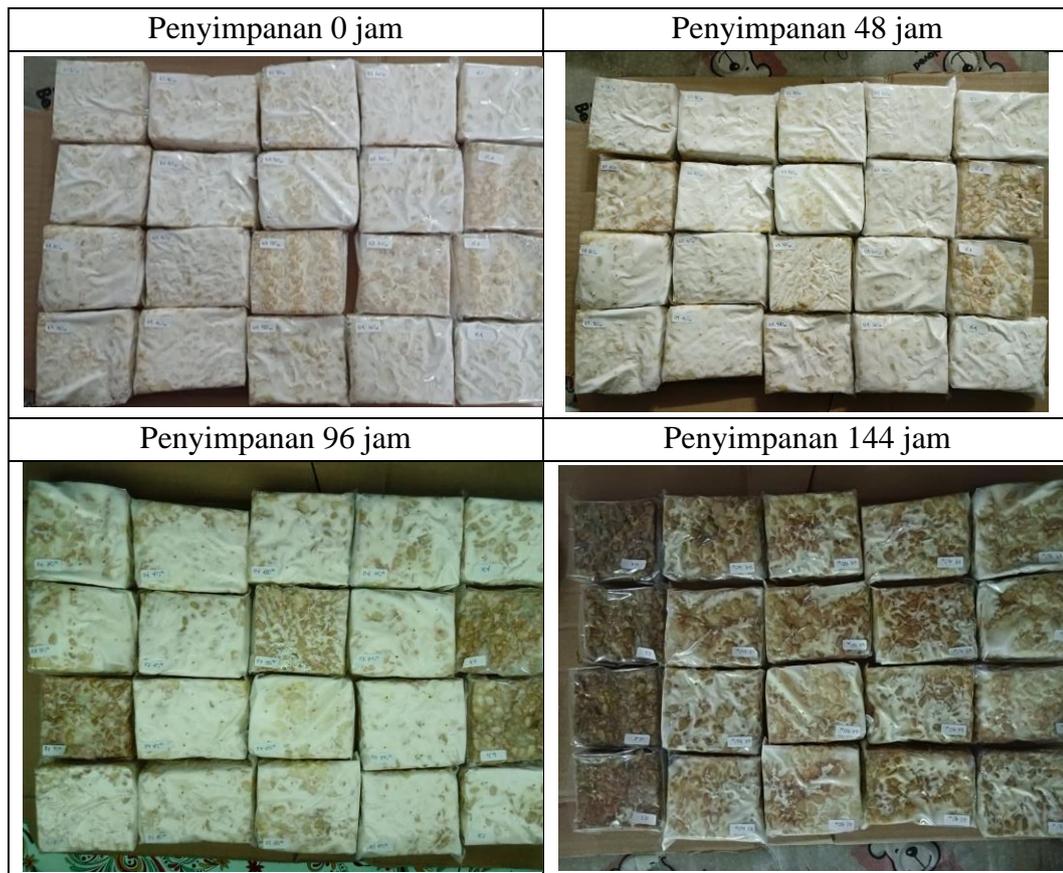
| uv       | N | Subset for alpha = 0.05 |        |        |        |        |
|----------|---|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|          |   | 1                       | 2      | 3      | 4      | 5      |
| 0 menit  | 4 | 99.00                   |        |        |        |        |
| 30 menit | 4 |                         | 108.25 |        |        |        |
| 40 menit | 4 |                         |        | 116.25 |        |        |
| 50 menit | 4 |                         |        |        | 122.00 |        |
| 60 menit | 4 |                         |        |        |        | 141.00 |
| Sig.     |   | 1.000                   | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000  |

### 4.2 Data Uji DMRT Karbohidrat

| LamaPaparannyaUV | N  | Subset  |         |         |         |          |
|------------------|----|---------|---------|---------|---------|----------|
|                  |    | 1       | 2       | 3       | 4       | 5        |
| 0 menit          | 16 | 6.92080 |         |         |         |          |
| 30 menit         | 16 |         | 8.16375 |         |         |          |
| 40 menit         | 16 |         |         | 8.88956 |         |          |
| 50 menit         | 16 |         |         |         | 9.64450 |          |
| 60 menit         | 16 |         |         |         |         | 10.93844 |
| Sig.             |    | 1.000   | 1.000   | 1.000   | 1.000   | 1.000    |

### 4.3 Data Uji DMRT Protein

| Lama Paparan UV | N  | Subset  |         |         |         |         |
|-----------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|
|                 |    | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
| 0 menit         | 16 | 5.11194 |         |         |         |         |
| 30 menit        | 16 |         | 5.70938 |         |         |         |
| 40 menit        | 16 |         |         | 6.09319 |         |         |
| 50 menit        | 16 |         |         |         | 6.51550 |         |
| 60 menit        | 16 |         |         |         |         | 7.13738 |
| Sig.            |    | 1.000   | 1.000   | 1.000   | 1.000   | 1.000   |

**Lampiran 5. Dokumentasi Tempe (*Rhizopus oryzae*)**

**Lampiran 6. Dokumentasi Kegiatan**



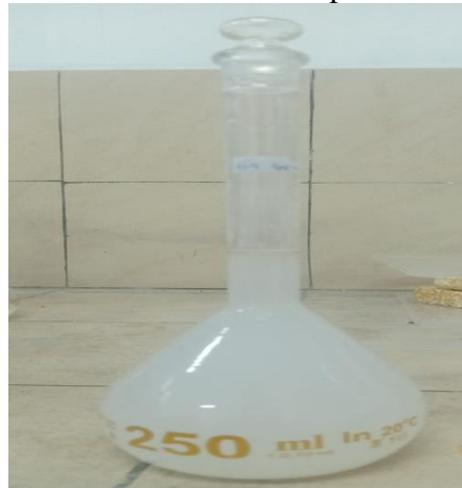
Penumbukan sampel



Pemfiltratan sampel



Pengendapan sampel



pengenceran



Larutan sampel dan luffshrool dipanaskan



Pendinginan larutan



Sampel setelah dititrasi



Sampel uji biuret



Larutan biuret



Intensitas pemaparan



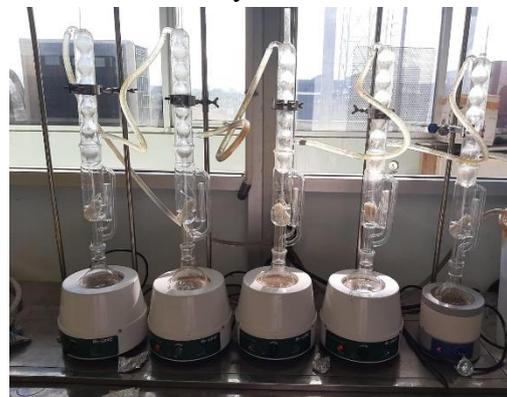
Box UV-C



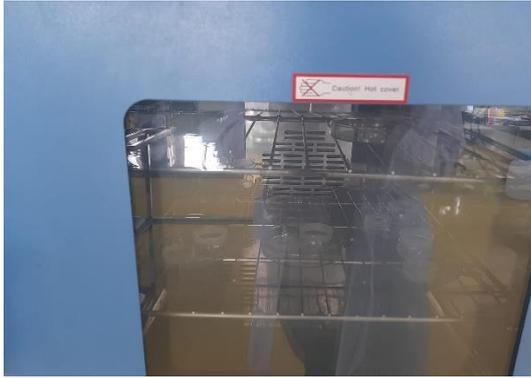
Proses Penyinaran UV-C



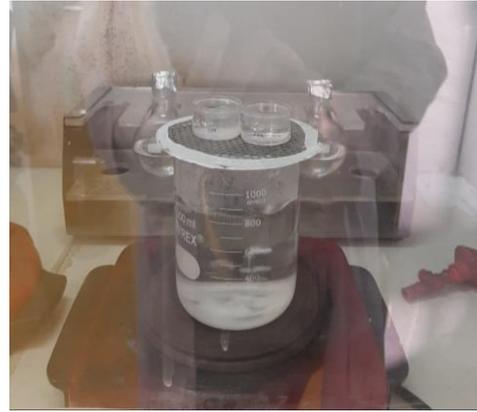
Lampu dan larutan-larutan



Ekstrak Lemak Metode Soxhlet



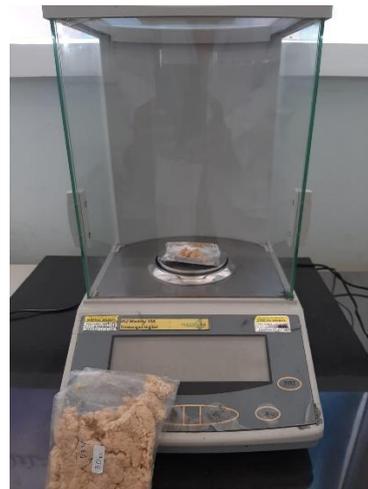
Pengkonstanan Berat Lemak



Penguapan Hasil Ekstrak



Penimbangan Lemak



Penimbangan Sampel



Persiapan sebelum penimbangan lemak



Preparasi Uji



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
**JURUSAN FISIKA**

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933  
Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : [Fis@uin-malang.ac.id](mailto:Fis@uin-malang.ac.id)

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Rosfi Zaharil Maula  
NIM : 18640019  
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Pengaruh Lama Paparan Sinar Ultraviolet-C Terhadap Umur Simpan dan Kandungan Gizi (Karbohidrat, Protein, dan Lemak) Tempe (*Ryzopus oryzae*)  
Pembimbing 1 : Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes  
Pembimbing 2 : Dr. Umayyatus Syarifah, MA  
• Konsultasi Fisika

| No | Tanggal          | Hal                               | Tanda Tangan |
|----|------------------|-----------------------------------|--------------|
| 1. | 20 November 2021 | Konsultasi BAB I & II             |              |
| 2. | 2 Desember 2021  | Konsultasi BAB II & III           |              |
| 3. | 7 Desember 2021  | Konsultasi BAB III                |              |
| 4. | 7 Februari 2022  | Konsultasi BAB I, II, & III (ACC) |              |
| 5. | 23 Februari 2022 | Konsultasi Revisi & penelitian    |              |
| 6. | 5 Oktober 2022   | Konsultasi BAB IV                 |              |
| 7. | 6 Oktober 2022   | Konsultasi revisi BAB IV          |              |
| 8. | 2 Desember 2022  | Konsultasi Semua BAB dan Abstrak  |              |

• Konsultasi Integrasi

| No | Tanggal          | Hal                                  | Tanda Tangan |
|----|------------------|--------------------------------------|--------------|
| 1. | 10 November 2022 | Konsultasi Kajian Agama BAB I-IV     |              |
| 2. | 1 Desember 2022  | Konsultasi Kajian Agama BAB I-IV ACC |              |

Malang, 2 Desember 2022  
Mengetahui,  
Ketua  
Jurusan  
  
Dr. Inram Tazi, M.Si  
NIP. 19740730 200312 1 002

