



**ANALISIS PERBEDAAN MARKA GEN PENUAAN  
METALOPROTEINASE MATRIX 2 (MMP-2) PADA RNA SEL  
FIBROBLAS YANG DIINDUKSI SINAR ULTRAVIOLET B  
(UVB)**

**SKRIPSI**

**NAJWA ARZU NSIRINA**

**2110211112**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN PROGRAM SARJANA  
2024**



**ANALISIS PERBEDAAN MARKA GEN PENUAAN  
METALOPROTEINASE MATRIX 2 (MMP-2) PADA RNA SEL  
FIBROBLAS YANG DIINDUKSI SINAR ULTRAVIOLET B  
(UVB)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Kedokteran**

**NAJWA ARZU NSIRINA**

**2110211112**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN PROGRAM SARJANA  
2024**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Najwa Arzu Nisrina

NRP : 2110211112

Tanggal : 16 Januari 2025

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 16 Januari 2025

Yang menyatakan,



Najwa Arzu Nisrina

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai *civitas* akademik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Najwa Arzu Nisrina  
NRP : 2110211112  
Fakultas : Kedokteran  
Program Studi : Kedokteran Program Sarjana (PSKPS)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **"Analisis Perbebedaan Marka Gen Penuaan Metaloproteinase Matrix 2 (MMP-2) Pada RNA Sel Fibroblas Yang Diinduksi Sinar Ultraviolet b (UVB)"**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Januari 2025

Yang menyatakan,

The image shows an official stamp of Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. The stamp is rectangular with a red border and contains the university's name in Indonesian and English, along with the acronym 'UNP'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp. Below the signature, the text 'DBAMX15063112' is visible.

Najwa Arzu Nisrina

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Najwa Arzu Nisrina

NIM : 2110211112

Program Studi : Kedokteran Program Sarjana

Judul Skripsi : Analisis Perbedaan Marka Gen Penuaan Metaloproteinase Matrix 2 (MMP-2)  
Pada RNA Sel Fibroblas Yang Diinduksi Sinar Ultraviolet B (UVB)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran pada Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.

dr. Marlina Dewiastuti, M.Kes.  
Sp.PD  
NIP. 482120908771  
Penguji

Dr. dr. Karina, Sp.BP-RE  
NIP. 2010901123  
Pembimbing 1

dr. Erna Harfiani, M.Si  
NIP. 19760926202 212005  
Pembimbing 2



Dr. dr. Taufiq-Fredrik Pasiak, M.Kes., M.Pd.I  
NIP. 19700129200031001  
Dekan Fakultas Kedokteran

dr. Agneta Imarahayu, M.Pd. Ked., Sp.KKLP,  
Subsp.FOMC  
NIP. 197508222021212007  
Ketua Program Studi Kedokteran Program Sarjana

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 9 Januari 2024

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya skripsi dengan judul “Analisis Marka Gen Penuaan Metaloproteinase Matrix 2 (MMP-2) Pada RNA Sel Fibroblas Yang Diinduksi Oleh Sinar Ultraviolet B (UVB)” dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat kelulusan agar dapat memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak dapat selesai tanpa bantuan, dukungan, serta bimbingan dari banyak pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat serta pertolongannya untuk kelancaran serta kemudahan bagi penulis selama studi hingga dapat menulis skripsi ini.
2. Dr. dr. H. Taufiq Fredrik Pasiak M.Kes., M.Pd.I selaku Dekan Fakultas Kedokteran UPN “Veteran” Jakarta.
3. dr. Agneta Irmarahayu, M.Pd.Ked, Sp. KKLP, Subsp FOMC selaku Kepala Program Studi Kedokteran.
4. dr. Marlina Dewiastuti, M. Kes, Sp. PD selaku dosen penguji yang telah memberikan penilaian, masukan, saran, dan meluangkan waktunya di tengah kesibukkan kepada penulis sehingga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat dan memiliki hasil yang lebih baik dengan kualitas yang baik.
5. Dr. dr. Karina, Sp. BP-RE selaku dosen pembimbing utama yang telah senantiasa membimbing penulis, meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan ilmunya kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan baik. Serta dalam perjalanannya dr. Karina selalu ada

memberikan bimbingan dan arahan yang membuat penulis mendapatkan banyak pengalaman dan ilmu berharga.

6. dr. Erna Harfiani, M. Si selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan, membantu penulis dalam kesulitan, memberikan dukungan penuh kepada penulis, dan rela meluangkan waktu dan ilmunya di tengah kesibukkan. Serta dalam perjalanannya dr. Erna selalu ada memberikan dukungan membuat penulis mendapatkan banyak pengalaman dan ilmu berharga.
7. Seluruh dosen pengajar dan staff di FK UPN “Veteran” Jakarta yang telah memberikan ilmu kepada penulis untuk belajar serta berkembang selama melalui masa perkuliahan ini.
8. Bu Anabel dan pihak Klinik Hayandra yang telah menerima penulis dalam melakukan penelitian, memberikan fasilitas dari bimbingan hingga perolehan data kebutuhan untuk penelitian ini didapatkan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan penelitian ini.
9. Keluarga tercinta yaitu Mama, Ayah, Nadhifa Azka dan seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa mendukung dan memberikan doa kepada penulis saat menjalani studi di Fakultas Kedokteran UPN “Veteran” Jakarta hingga dapat menyusun skripsi ini.
10. Ucapan Terima kasih khusus untuk Mama dari penulis Ibu Rosmalawaty yang selalu tulus dan tiada habisnya memberikan dukungan dan doa untuk penulis. Melihat raganya dan mencium aroma masakannya setiap hari membuat penulis merasa damai saat pulang ke rumah dan terus semangat untuk berjuang menggapai gelar dr. pada nama depan penulis.
11. Untuk Ayah penulis Bapak Heri Dwi Partoyo yang telah selalu mendukung penulis dalam bentuk materil dan doa yang dipanjatkan. Terima Kasih telah

selalu mengusahakan segala hal hingga penulis dapat mendapatkan gelar sarjana. Segala nasihat dan didikannya akan penulis bawa hingga nanti. Terima Kasih telah memberikan banyak pelajaran hidup dan tidak membiarkan penulis buta arah untuk menjalani setiap tangga kehidupan yang akan dijalani.

12. Keluarga NRP 112, Kak Amel, Kak Najma, dan Daniel yang telah membuat masa perkuliahan menjadi nyaman untuk dijalani serta menjadi keluarga kedua selama preklinik.
13. Teman-teman terdekat penulis yang selalu menemani penulis di masa preklinik ini melewati masa adaptasi hingga dapat Menyusun skripsi ini, yaitu Winni, Talitha, Nathasya Yuka, Syafira, Aqila, Sahnaz, Nadila, Dondo, Raissa.
14. Marsya, Dhea, Alisya, Safira sahabat terdekat penulis sejak masa sekolah yang telah bersama memulai perjuangan menggapai cita-cita masing-masing, memberikan semangat satu sama lain, melewati masa sulit dan masa bahagia bersama.
15. Teman seperjuangan departemen Ilmu Bedah yaitu Syifa, Yubella, Billy yang telah sama-sama berjuang, membantu, serta mendukung.
16. Anggota *Departement Sport & Art* BEMFK yang memberikan pembelajaran diluar akademik serta pengalaman berharga selama studi.
17. Seluruh mahasiswa FK UPN “Veteran” Jakarta Angkatan 2021, Cardio, yang menghabiskan waktu bersama selama tiga setengah tahun ini dan membuat banyak kenangan susah senang bersama.
18. M. Arighi, pemain basket yang tergabung dalam klub Pelita Jaya semangatnya dalam bermain basket dapat membuat penulis semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

19. Diri sendiri yang telah berjuang dan tidak menyerah hingga skripsi ini selesai.

Penulis menyadari bahwa penulisan dari skripsi ini masih mempunyai banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Maka dari itu, penulis akan menerima segala saran dan kritik yang membangun agar kelak penulis dapat menjadi lebih baik.

Jakarta, 23 December 2024

Penulis

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**Tugas Akhir, Desember 2024  
Najwa Arzu Nisrina, No. NRP 2110211112**

**ANALISIS MAKNA GEN PENUAAN METALOPROTEINASE MATRIX 2  
(MMP 2) PADA SEL FIBROBLAS YANG DIINDUKSI OLEH SINAR  
ULTRAVIOLET B (UVB)**

RINCIAN HALAMAN (vi + 61 halaman, 13 tabel, 5 gambar, 6 lampiran)

**ABSTRAK**

**Tujuan**

Penelitian ini bertujuan mengetahui ekspresi Matriks Metaloproteinase 2 (MMP-2) pada RNA sel fibroblas yang diinduksi oleh sinar ultraviolet B (UVB). Terdapat keunikan dari penelitian ini yakni pada penggunaan sampel sisa bahan medis yang berasal dari jaringan palatum, yang ternyata dapat dikultur menjadi sel fibroblas. Ini juga berbeda dengan mayoritas studi sebelumnya yang menggunakan fibroblas yang berasal dari kulit. UVB memiliki bioaktivitas yang lebih tinggi dari UVA. Paparan kronis dari sinar ultraviolet (UV) dapat menyebabkan kerusakan DNA. Dalam penelitian ini, induksi UVB dilakukan menggunakan alat yang telah dirakit dengan panjang gelombang 310 nm. UVB diketahui dapat memicu stres oksidatif melalui pembentukan Reactive Oxygen Species (ROS). ROS berperan penting dalam meningkatkan akumulasi ekspresi MMP-2, yang berkontribusi pada proses penuaan sel fibroblas.

**Metode**

Metode penelitian ini adalah *true experiment* dengan metode kuantitatif dengan menggunakan sediaan sisa medis yakni sel fibroblas yang akan dikelompokkan menjadi 4 kelompok sesuai lamanya induksi sinar UVB lalu dilakukan qRT-PCR untuk mengukur ekspresi dari MMP-2.

**Hasil**

Berdasarkan analisis uji One-Way ANOVA tidak terdapat perbedaan dikarenakan nilai  $P = 0.188$ . Nilai ini berada di atas nilai signifikansi ( $P \text{ Value} < 0,05$ ).

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian tidak terdapat perbedaan yang signifikan yakni terjadi penurunan ekspresi dari marka gen penuaan MMP-2 pada sel fibroblas yang diinduksi oleh sinar UVB.

**Daftar Pustaka :** 97 (2013-2024)

**Kata Kunci :** Fibroblas, Ultraviolet B, Metalloproteinase Matrix 2

**FACULTY OF MEDICINE**

**UNIVERSITY PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**Undergraduate Thesis, Desember 2024**

**Najwa Arzu Nisrina, No. NRP 21102111112**

**ANALYSIS OF MATRIX METALLOPROTEINASE 2 (MMP-2) AGING GENE  
IN FIBROBLAST CELLS INDUCED BY ULTRAVIOLET B (UVB)  
RADIATIONPAGE**

DETAIL (vi + 61 Pages, 13 tabels, 5 pictures, 6 appendices)

**ABSTRACT**

**Objective**

This study aims to investigate the expression of matrix metalloproteinase-2 (MMP-2) in RNA from fibroblast cells induced by ultraviolet B (UVB) radiation. A unique aspect of this research is the use of leftover medical samples derived from palatal tissue, which can be cultured into fibroblast cells. This approach differs from the majority of previous studies that have utilized fibroblasts sourced from skin. UVB has a higher bioactivity compared to UVA. Chronic exposure to ultraviolet (UV) radiation can lead to DNA damage. In this study, UVB induction was performed using a self-assembled device with a wavelength of 310 nm. It is known that UVB can trigger oxidative stress through the formation of reactive oxygen species (ROS). ROS play a crucial role in enhancing the accumulation of MMP-2 expression, which contributes to the aging process of fibroblast cells.

**Method**

The research method employed in this study is a true experiment using a quantitative approach, utilizing medical stock preparations of fibroblast cells. These cells will be grouped into four categories based on the duration of UVB radiation induction, followed by qRT-PCR to measure the expression of MMP-2.

**Result**

Based on the One-Way ANOVA analysis, there was no significant difference observed, as the p-value was 0.188. This value is above the significance level (p-value < 0.05).

**Conclusion**

Based on the research findings, there was no significant difference observed, as there was a decrease in the expression of the aging marker gene MMP-2 in fibroblast cells induced by UVB radiation.

**Reference :** 97 (2013-2024)

**Keywords :** Fibroblast, *Ultaviolet B*, *Metalloproteinase Matrix 2*

## DAFTAR ISI

|                                                                                                        |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                                                          | i    |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI .....                                                         | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                                                | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                                                                                   | iv   |
| ABSTRAK.....                                                                                           | viii |
| DAFTAR ISI.....                                                                                        | x    |
| DAFTAR TABEL.....                                                                                      | xiii |
| DAFTAR BAGAN .....                                                                                     | xiv  |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                                                     | xv   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                                                   | xvi  |
| DAFTAR SINGKATAN .....                                                                                 | xvii |
| <br>                                                                                                   |      |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                                                 | 1    |
| I.1 Latar Belakang.....                                                                                | 1    |
| I.2 Rumusan Masalah.....                                                                               | 2    |
| I.3 Tujuan Penelitian.....                                                                             | 3    |
| I.3.1 Tujuan Umum.....                                                                                 | 3    |
| I.3.2 Tujuan Khusus.....                                                                               | 3    |
| I.4 Manfaat Peneilitian.....                                                                           | 3    |
| I.4.1 Manfaat Teoritis .....                                                                           | 3    |
| I.4.2 Manfaat Praktis.....                                                                             | 3    |
| <br>                                                                                                   |      |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                                                          | 5    |
| II.1 Landasan Teori.....                                                                               | 5    |
| II.1.1. Penuaan Kulit .....                                                                            | 5    |
| II.1.2. Sinar Ultraviolet .....                                                                        | 6    |
| II.1.3. Sinar Ultraviolet B .....                                                                      | 9    |
| II.1.4. Penuaan kulit akibat paparan sinar UVB .....                                                   | 11   |
| II.1.5. RNA Sel Fibroblas .....                                                                        | 16   |
| II.1.6. Polymerase Chain Reaction .....                                                                | 19   |
| II.1.7. Marka Gen Metalloproteinase Matrix (MMP) dan Tissue Inhibitor<br>Metalloproteinase (TIMP)..... | 21   |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.1.8 Metalloproteinase Matrix-2 (MMP-2) .....                                           | 22 |
| II.1.9 Ekspresi Metalloproteinase Matrix 2 (MMP-2) .....                                  | 23 |
| II.1.10 Sinyal Mitogen-Activated Protein Kinase (MAPK) .....                              | 25 |
| II.1.11 Hubungan antara induksi sinar UVB dengan ekspresi marka gen penuan<br>MMP-2 ..... | 27 |
| II.2 Panellation Sebelumnya .....                                                         | 29 |
| II.3 Kerangka Teori.....                                                                  | 31 |
| II.4 Kerangka Konsep .....                                                                | 32 |
| II.5 Hipotesis.....                                                                       | 32 |
| <br>BAB III Metode Penelitian .....                                                       | 33 |
| III.1 Jenis Penelitian.....                                                               | 33 |
| III.2 Lokasi dan Tempat penelitian.....                                                   | 33 |
| III.3 Identifikasi Variabel Penelitian.....                                               | 33 |
| III.3.1. Variabel bebas.....                                                              | 33 |
| III.3.2. Variabel Terikat .....                                                           | 33 |
| III.3.3. Variabel Terkontrol.....                                                         | 34 |
| III.4 Subjek Penelitian .....                                                             | 34 |
| III.4.1. Populasi penelitian .....                                                        | 34 |
| III.4.2. Sampel Penelitian.....                                                           | 34 |
| III.5. Kriteria pemilihan sampel.....                                                     | 34 |
| III.5.1. Kriteria Inklusi .....                                                           | 34 |
| III.5.2. Kriteria Eksklusi .....                                                          | 35 |
| III.6. Teknik Pengambilan Sampel .....                                                    | 35 |
| III.7. Definisi Operasional .....                                                         | 35 |
| III.8. Instrumen Penelitian .....                                                         | 36 |
| III.9. Protokol Penelitian.....                                                           | 36 |
| III.9.1. Rancangan Penelitian.....                                                        | 36 |
| III.9.2. Sintesis cDNA.....                                                               | 37 |
| III.9.3. Analisis qRT-PCR .....                                                           | 37 |
| III.10. Analisis Data.....                                                                | 38 |
| III.10.1. Analisis Univariat .....                                                        | 38 |
| III.10.2. Analisis Bivariat.....                                                          | 38 |
| III.11. Alur Penelitian .....                                                             | 39 |

|                                                                         |        |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                       | 40     |
| IV. 1 Hasil Penelitian.....                                             | 40     |
| IV. 1. 1 Hasil Uji Kemurnian.....                                       | 40     |
| IV. 1. 2 Hasil q-RT PCR.....                                            | 40     |
| IV.1.3 Hasil Uji Normalitas .....                                       | 41     |
| IV.1.4 Hasil Uji Homogenitas .....                                      | 42     |
| IV.1.5 Hasil Uji One-way ANOVA.....                                     | 42     |
| IV.2 Pembahasan .....                                                   | 43     |
| IV.2.1 Analisis Konsentrasi RNA Sel Fibroblas Pada Setiap Kelompok..... | 43     |
| IV.2.2 Analisis Kemurniaan RNA Sel Fibroblas Pada Setiap Kelompok ..... | 43     |
| IV.2.3 Analisis Uji RT-PCR Untuk Melihat Ekspresi Gen .....             | 44     |
| IV.4. Analisis Hasil Setelah Dilakukan Perlakuan .....                  | 47     |
| IV.3 Keterbatasan penelitian.....                                       | 52     |
| <br>BAB V PENUTUP .....                                                 | <br>53 |
| V.1 Kesimpulan .....                                                    | 53     |
| V.2.1 Bagi peneliti selanjutnya.....                                    | 53     |
| <br>DAFTAR PUSTAKA .....                                                | <br>55 |
| RIWAYAT HIDUP .....                                                     | 64     |
| LAMPIRAN.....                                                           | 65     |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Penelitian Terkait.....                                                  | 29 |
| Tabel 2. Definisi Operasional .....                                               | 35 |
| Tabel 3. Urutan Nukleotida Primer.....                                            | 38 |
| Tabel 4. Protokol Siklus.....                                                     | 38 |
| Tabel 5. Kemurnian RNA A280/A260 .....                                            | 40 |
| Tabel 6. Hasil Uji qRT-PCR.....                                                   | 41 |
| Tabel 7. Uji Shapiro Wilk.....                                                    | 41 |
| Tabel 8. Uji Levene.....                                                          | 42 |
| Tabel 9. Uji One-way ANOVA .....                                                  | 42 |
| Tabel 10. Hasil Pengukuran Konsentrasi.....                                       | 43 |
| Tabel 11. Hasil Pengukuran Kemurnian A280/A260 .....                              | 44 |
| Tabel 12. Hasil Pengukuran Kemurnian A280/A230 .....                              | 44 |
| Tabel 13. Hasil Perhitungan $C_T$ .....                                           | 45 |
| Tabel 14. Hasil Perhitungan $\Delta CT$ .....                                     | 46 |
| Tabel 15. Perhitungan $\Delta\Delta CT$ dan $2-\Delta\Delta CT$ .....             | 46 |
| Tabel 16. Perhitungan $2-\Delta\Delta CT$ dan rata-rata $2-\Delta\Delta CT$ ..... | 47 |

## DAFTAR BAGAN

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Bagan 1. Kerangka Teori .....  | 31 |
| Bagan 2. Kerangka Konsep.....  | 32 |
| Bagan 3. Alur Penelitian ..... | 39 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Radiasi UV pada kulit .....              | 8  |
| Gambar 2. Patogenesis Photoaging.....              | 12 |
| Gambar 4. Persamaan Fibroblas Oral dan Kulit ..... | 19 |
| Gambar 5. Aktivasi MMP .....                       | 24 |
| Gambar 6. Aktivasi jalur MAPKK .....               | 26 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Surat Izin Pelaksanaan Sidang Hasil Skripsi..... | 65 |
| Lampiran 2. Surat Izin Pelaksanaan Penelitian.....           | 66 |
| Lampiran 3. Surat Izin Persetujuan Etik Penelitian .....     | 67 |
| Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....                      | 68 |
| Lampiran 5. Data Hasil qRT-PCR.....                          | 72 |
| Lampiran 6. Hasil Uji Statistik .....                        | 73 |
| Lampiran 7. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme .....         | 74 |

## DAFTAR SINGKATAN

|                  |                                                         |
|------------------|---------------------------------------------------------|
| AhR              | : <i>Aryl hydrocarbon receptor</i>                      |
| ATM              | : <i>Ataxia telangiectasia mutated</i>                  |
| cDNA             | : <i>Complementary DNA</i>                              |
| CPD              | : <i>Cyclobutane Pyrimidine Dimer</i>                   |
| DNA              | : <i>Deoxyribonucleic acid</i>                          |
| ECM              | : <i>Extraceluller matrix</i>                           |
| FSP1             | : <i>Ferroptosis Suppressor Protein 1</i>               |
| GPX4             | : <i>Glutathione Peroxidase 4</i>                       |
| JNK              | : <i>c-Jun N-terminal kinase</i>                        |
| MAPK             | : <i>Mitogen-activated protein kinase</i>               |
| MAPKK            | : <i>Mitogen-activated protein kinase kinase</i>        |
| MAPKKK           | : <i>Mitogen-activated protein kinase kinase kinase</i> |
| MMP              | : <i>Matrix metalloproteinase</i>                       |
| MMP 2            | : <i>Matrix metalloproteinase 2</i>                     |
| MT1-MMP          | : <i>Membrane Type1-Matrix Metalloproteinase</i>        |
| NF- $\kappa$ B   | : <i>Faktor nuklir- <math>\kappa</math>B</i>            |
| ROS              | : <i>Reactive Oxygen Species</i>                        |
| RNS              | : <i>Reactive Nitrogen Species</i>                      |
| RNA              | : <i>Ribonucleic acid</i>                               |
| RT-PCR           | : <i>Real time polymerase chain reaction</i>            |
| SP1              | : <i>Specificity Protein 1</i>                          |
| SA- $\beta$ -gal | : <i>Senescence-Associated beta-galactosidase</i>       |
| TIMPs            | : <i>Tissue inhibitor of metalloproteinase</i>          |
| TNF- $\alpha$    | : <i>Tumor necrosis factor-<math>\alpha</math></i>      |

|         |                                                           |
|---------|-----------------------------------------------------------|
| UV      | : Ultraviolet                                             |
| UVA     | : Ultraviolet A                                           |
| UVB     | : Ultraviolet B                                           |
| UVC     | : Ultraviolet C                                           |
| qRT-PCR | : <i>Quantitative real time polymerase chain reaction</i> |