

TUGAS AKHIR

PENGARUH FULLERENE DALAM PRODUK PERAWATAN KULIT TERHADAP RADIASI SINAR ULTRAVIOLET



Clementine Fernanda Sunandar

NPM: 6171901005

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023

FINAL PROJECT

**THE EFFECT OF FULLERENES IN SKINCARE PRODUCTS
TO ULTRAVIOLET RAY RADIATION**



Clementine Fernanda Sunandar

NPM: 6171901005

**DEPARTMENT OF PHYSICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH FULLERENE DALAM PRODUK PERAWATAN KULIT TERHADAP RADIASI SINAR ULTRAVIOLET

Clementine Fernanda Sunandar

NPM: 6171901005

Bandung, 2 Februari 2023

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Elok Fidiani, Ph.D.

Penguji 1



Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.

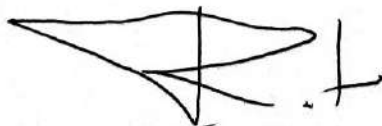
Penguji 2



Flaviana, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Reinard Primulando, Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul:

PENGARUH FULLERENE DALAM PRODUK PERAWATAN KULIT TERHADAP RADIASI SINAR ULTRAVIOLET

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 2 Februari 2023



Clementine Fernanda Sunandar
NPM: 6171901005

ABSTRAK

Fullerene merupakan alotrop karbon berukuran nanometer yang saat ini banyak digunakan di berbagai bidang salah satunya dalam industri kecantikan untuk produk perawatan kulit. Hal tersebut dikarenakan fullerene memiliki beberapa keunggulan yaitu mampu menangkal radikal bebas dan memiliki mekanisme penyerapan terhadap sinar ultraviolet (UV). Sehingga dapat memberi perlindungan terhadap radiasi sinar UV. Penelitian ini dilakukan untuk menguji adanya pengaruh kandungan fullerene pada produk-produk perawatan kulit terhadap penyerapan terhadap sinar UV. Penelitian dilakukan secara kuantitatif menggunakan UV spektrofotometer dan kualitatif dengan menggunakan manik-manik UV. Dari penelitian ini didapatkan hasil untuk semua sampel yang mengandung fullerene, memiliki penyerapan sinar UV pada panjang gelombang yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan adanya komposisi lain yang dominan dalam semua sampel yang mengandung fullerene, yang mana penyerapan sinar UV secara dominan terletak pada rentang panjang gelombang UVC. Selain itu, dari hasil perbandingan produk perawatan kulit yang mengandung fullerene dan yang tidak mengandung fullerene, hasilnya menunjukkan puncak penyerapan pada panjang gelombang yang sama. Dari penelitian secara kuantitatif diperoleh bahwa produk perawatan kulit yang mengandung fullerene, memiliki penyerapan sinar UV yang lebih tinggi (2,8% hingga 40,52%) dibandingkan dengan produk perawatan kulit dengan komposisi yang sama tanpa fullerene.

Kata-kata kunci: C60, fullerene, produk perawatan kulit, UV spektrofotometer

ABSTRACT

Fullerene is a nanomaterial and an allotrope of carbon which is widely used in the various fields including cosmetic industry for skin care products. This is due to the properties of fullerene which actively prevent free radicals and highly absorb ultraviolet (UV) rays providing a protection against UV radiation. So it can provide protection against UV radiation. This research was conducted to examine the effect of the fullerene content in skin care products on the absorption of UV rays. The research was carried out quantitatively using a UV spectrophotometer and qualitatively using UV beads. From this study, the results obtained for all samples containing fullerenes had absorption of UV light at different wavelengths. This is due to the presence of other compositions that are dominant in all samples containing fullerenes, in which the absorption of UV light is dominant in the UVC wavelength range. In addition, from the results of a comparison of skin care products that contain fullerene and those that do not contain fullerene, the results show absorption peaks at the same wavelength. From quantitative research, it was found that skin care products containing fullerene had a higher UV absorption of (2,8% to 40,52%) compared to skin care products with the same composition without fullerenes.

Keywords: C60, fullerene, skin care products, UV spectrophotometer

*Teruntuk Clementine Fernanda Sunandar dan orang-orang yang
tersayang...*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada kehadiran Allah yang telah melimpahkan restunya dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian "**Pengaruh Fullerene Dalam Produk Perawatan Kulit Terhadap Radiasi Sinar Ultraviolet**". Tugas akhir ini penulis susun sebaik-baiknya dengan usaha semaksimal mungkin untuk memenuhi kelengkapan syarat menempuh pendidikan Strata 1 Program Studi Fisika, Universitas Katolik Parahyangan. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini penulis tak luput dari kesalahan sehingga penulis mendapat banyak masukan dan dukungan dari banyak pihak serta penulis mendapatkan banyak dukungan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu. Untuk itu penulis haturkan banyak terima kasih dan rasa syukur dengan tulus kepada:

1. Clementine Fernanda S. selaku penulis penelitian ini, karena telah mampu dan berusaha semaksimal mungkin untuk menyusun penelitian ini sehingga penelitian ini selesai dengan tepat waktu.
2. Mamih dan Papih (oma dan opa), mama, papa, adik dan keluarga penulis terima kasih atas dukungan yang telah diberikan dari awal hingga saat ini sehingga penulis banyak mendapatkan motivasi dan semangat untuk menyusun tugas akhir ini.
3. Ibu Elok Fidiani, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang sudah banyak memberikan masukan, ilmu, saran, dan dukungan yang begitu berarti bagi penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Philips Nicolas Gunawidjaja Ph.D. dan Ibu Flaviana, S.Si., M.T. Selaku dosen penguji yang sudah banyak memberikan masukan, ilmu, saran, dan dukungan bagi penulis sehingga tugas akhir ini selesai dengan sebaik-baiknya.
5. Dosen-dosen Program Studi Fisika, Bapak Rusli, Bapak Paulus, Bapak Janto, Bapak Philips, Bapak Reinard, Bapak Haryanto, Bapak Kian Ming, Ibu Sylvia, Ibu Flaviana, Ibu Elok, Ibu Risti, dan Ibu Yuan, atas segala ilmu dan dukungan yang telah diberikan dan diajarkan selama ini pada penulis.
6. Staf Tata Usaha FTIS yang telah membantu segala keperluan administrasi selama penulis menempuh perkuliahan.
7. Amira dan Regita selaku sahabat penulis yang telah berjuang bersama selama perkuliahan sehingga berhasil menyelesaikan tugas akhir dengan waktu yang bersamaan.
8. Ketua Program Studi Teknik Kimia dan Laboran Laboratorium Teknik Kimia yang telah membantu penulis sehingga pengambilan data berjalan dengan baik dan lancar.
9. Teman-teman Bengkel Sains UNPAR, rekan kerja Laboran Fisika Dasar, teman-teman angkatan 2019 dan Fisika UNPAR, juga Senat Mahasiswa 2021 atas dukungan dan pengalaman-pengalaman yang telah dilalui bersama dengan penulis selama menempuh perkuliahan.

Penulis mengetahui pastinya tugas akhir ini belum sempurna, oleh karena itu penulis menghargai saran dan tanggapan pembaca. Semoga penelitian yang telah disusun penulis dapat bermanfaat

bagi pembaca. Dengan ini penulis banyak menghaturkan terima kasih dan selamat membaca tugas akhir ini.

Bandung, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| KATA PENGANTAR | xv |
| DAFTAR ISI | xvii |
| DAFTAR GAMBAR | xix |
| DAFTAR TABEL | xxi |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Metodologi | 3 |
| 1.6 Sistematika Pembahasan | 3 |
| 2 STUDI LITERATUR | 5 |
| 2.1 Fullerene | 5 |
| 2.2 Sifat Fullerene | 6 |
| 2.3 Produk Perawatan Kulit | 8 |
| 2.3.1 Penggunaan Fullerene C60 Dalam Produk Perawatan Kulit | 8 |
| 2.3.2 Penggunaan Material Lain Dalam Produk Perawatan Kulit | 11 |
| 2.4 Media Yang Dapat Digunakan Untuk Pengujian Pada Sinar UV | 12 |
| 2.4.1 Manik-Manik UV | 12 |
| 2.4.2 Teknik UV Spektroskopi | 12 |
| 3 METODE PENELITIAN | 15 |
| 3.1 Bagan Alur Penelitian | 15 |
| 3.2 Tempat Penelitian | 15 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 16 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 18 |
| 3.4.1 Pengujian Sampel Dengan Manik-Manik UV | 18 |
| 3.4.2 Pengujian Sampel Dengan Menggunakan UV Spektrofotometer | 18 |
| 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 Pengujian Kualitatif: Manik-Manik UV | 21 |
| 4.2 Pengujian Kuantitatif: UV Spektrofotometer | 22 |
| 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 27 |
| 5.1 Kesimpulan | 27 |
| 5.2 Saran | 27 |
| DAFTAR REFERENSI | 29 |

| | |
|--|-----------|
| A KODE PROGRAM <i>MATLAB</i>: INTENSITAS PIKSEL RATA-RATA | 33 |
| B ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN | 35 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|--|----|
| 1.1 | Menunjukkan tingkat indeks UV di Indonesia dari bulan Januari hingga Desember tahun 2022 yang mencapai angka 11, berarti berada dalam level ekstrem [1]. | 1 |
| 2.1 | Struktur Fullerene Bola Berongga [2]. | 6 |
| 2.2 | Konsep HOMO-LUMO ketika penyerapan dan fluoresensi [3] | 7 |
| 2.3 | Grafik absorbansi terhadap panjang gelombang dan energi yang menunjukkan titik puncak tertinggi penyerapan fullerene C60 solid pada panjang gelombang 145,5 nm, 228 nm, 270,5 nm, 351 nm dan 450 nm [4]. | 8 |
| 2.4 | Hasil Ultraviolet-Visible spektroskopi dari (a) berbagai konsentrasi C60 dalam air (1.(0,1), 2.(0,2), 3.(0,4) mg/ml), menunjukkan penyerapan pada panjang gelombang 220 nm, 265 nm, 345 nm, 450 nm, dan 622 nm. (b) penyerapan di luar rentang panjang gelombang sinar UV [5]. | 9 |
| 2.5 | Grafik intensitas terhadap panjang gelombang dari <i>methylparaben</i> . Spektrum penyerapan <i>methylparaben</i> yang puncak penyerapannya terletak pada panjang gelombang 255.9 nm [6]. | 11 |
| 2.6 | Gambar ini menunjukkan diagram prinsip kerja UV spektrometer [7]. | 13 |
| 2.7 | Skema kerja <i>Ultraviolet-Visible Spectrophotometer</i> dengan <i>double beam</i> [8]. | 13 |
| 3.1 | Alur penelitian | 15 |
| 4.1 | Hasil pengujian kualitatif dengan menggunakan manik-manik UV selama 10 s: (a) tidak dilumuri apapun; (b) dilumuri sampel A; (c) dilumuri sampel B; (d) dilumuri sampel C; (e) dilumuri sampel D; (f) dilumuri sampel E; (g) dilumuri sampel F; (h) dilumuri sampel G; dan (i) dilumuri sampel H. | 21 |
| 4.2 | Hasil pengujian kualitatif dengan menggunakan manik-manik UV selama 60 s: (a) tidak dilumuri apapun; (b) dilumuri sampel A; (c) dilumuri sampel B; (d) dilumuri sampel C; (e) dilumuri sampel D; (f) dilumuri sampel E; (g) dilumuri sampel F; (h) dilumuri sampel G; dan (i) dilumuri sampel H. | 22 |
| 4.3 | Hasil perbandingan UV spektroskopi berupa grafik penyerapan terhadap panjang gelombang dari sampel E dan F. | 23 |
| 4.4 | Hasil perbandingan UV spektroskopi berupa grafik penyerapan terhadap panjang gelombang dari sampel G dan H. | 23 |
| 4.5 | Hasil perbandingan UV spektroskopi berupa grafik penyerapan terhadap panjang gelombang dari sampel B, C, D, E dan G. | 24 |
| 4.6 | Hasil perbandingan UV spektroskopi berupa grafik penyerapan terhadap panjang gelombang dari sampel A dan D. | 26 |
| A.1 | Kode yang digunakan untuk menemukan intensitas rata-rata gambar manik-manik UV. | 33 |
| B.1 | Alat-alat utama yang digunakan dalam penelitian ini, a)UV-6100PC Double Beam Spectrophotometer, b) kuvet kuarsa, dan c) manik-manik UV. | 35 |

| | |
|--|----|
| B.2 Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, a)air <i>reverse osmosis</i> , b) sampel B, dan c) sampel C, d) sampel D, e) sampel E, f) sampel F, g) sampel G, dan h) sampel H. | 35 |
|--|----|

DAFTAR TABEL

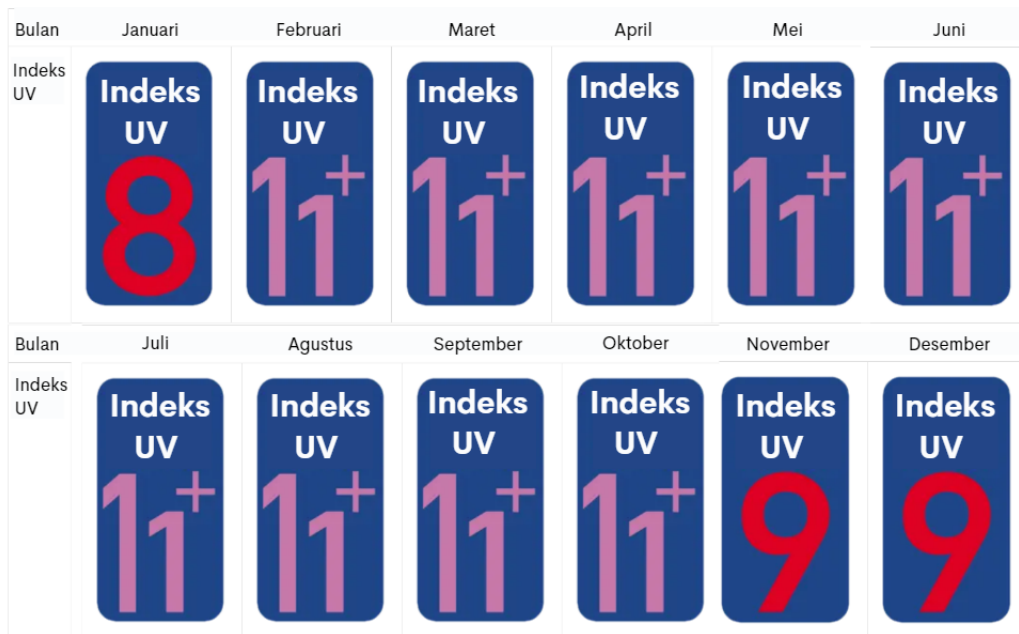
| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Daftar kedelapan sampel beserta kandungan bahan yang ada di dalam setiap sampel. | 16 |
| 3.1 | Daftar kedelapan sampel beserta kandungan bahan yang ada di dalam setiap sampel. | 17 |
| 3.1 | Daftar kedelapan sampel beserta kandungan bahan yang ada di dalam setiap sampel. | 18 |
| 4.1 | Hasil intensitas rata-rata gambar selama 10 s, 60 s, dan selisih intensitas rata-rata gambar selama 50 s dari hasil penelitian kualitatif dengan manik-manik UV. . . . | 22 |
| 4.2 | Hasil UV spektroskopi berupa keterangan panjang gelombang pada puncak penyerapan maksimum dan puncak penyerapan maksimum dari sampel B, C, D, E dan G. | 25 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak permasalahan kulit yang terjadi diakibatkan oleh paparan sinar ultraviolet (UV), terlebih saat ini rata-rata tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh paparan sinar UV terhadap kesehatan manusia (indeks UV) di Indonesia sangat tinggi. Rata-rata indeks UV di Indonesia sudah mencapai sekitar angka 10,4 [1]. Ketika indeks UV berada pada angka 10 menandakan indeks UV sudah berada di level *very high* menuju 11, angka tersebut menunjukkan level indeks UV sudah menuju level ekstrem (indeks UV >11). Ketika indeks UV berada pada level ekstrem maka kondisi ini dapat berbahaya bagi kulit dan tubuh manusia sehingga lebih besar kemungkinan terkena beberapa penyakit kulit. Sinar UV merupakan bagian dari gelombang sinar elektromagnetik yang



Gambar 1.1: Menunjukkan tingkat indeks UV di Indonesia dari bulan Januari hingga Desember tahun 2022 yang mencapai angka 11, berarti berada dalam level ekstrem [1].

terbagi menjadi 3 jenis berdasarkan panjang gelombangnya, UVA (315 nm-399 nm), UVB (280 nm-314 nm), dan UVC (100 nm-279 nm) [9]. Terkena paparan sinar UV dalam jangka panjang dapat mengakibatkan efek negatif bagi kulit manusia. Seperti yang ditulis oleh Siti Hapsah Isfardiyana et.al [10], bahwa sinar UV memiliki dampak negatif bagi kulit manusia, seperti dapat menimbulkan efek kemerahan setelah terpapar sinar UV tanpa proteksi, eritema (kondisi dimana kulit kaki mengalami kemerahan dan bengkak), memicu sel kanker terutama kanker kulit, dan merusak sel kulit. Untuk itu dibutuhkan produk perawatan kulit yang dapat membantu melindungi kulit dari paparan sinar UV.

Saat ini banyak produk perawatan kulit yang dinyatakan dapat melindungi kulit dari paparan sinar UV. Mayoritas produk yang untuk perlindungan kulit dari sinar UV mengandung titanium dioksida. Titanium dioksida (yang kemudian disingkat TiO_2) digunakan dalam produk perlindungan kulit terhadap sinar UV karena mampu melindungi kulit dari sinar UVA dan UVB [11]. TiO_2 yang digunakan dalam produk perawatan kulit berukuran mikro. Pengenalan untuk penggunaan TiO_2 dalam tabir surya datang pada tahun 1952. Tetapi *Food and Drug Administration* baru menyetujui penggunaan TiO_2 dalam tabir surya pada tahun 1999 [12].

Dengan berkembangnya era teknologi nano, banyak industri yang mulai beralih untuk menggunakan nanomaterial, salah satunya dalam industri kosmetik [12]. Maka banyak produk perawatan kulit yang mengandung TiO_2 berukuran nano. Partikel nano dapat meresap lebih baik pada lapisan permukaan kulit karena ukurannya yang kecil. Dengan maraknya pemakaian nano partikel TiO_2 , banyak penelitian terkait toksisitasnya bagi manusia [13, 14]. Dalam beberapa penelitian menyatakan TiO_2 dalam ukuran nano partikel, dapat menjadi berbahaya bagi tubuh manusia. Dengan adanya pasokan partikel nano, TiO_2 secara teratur dalam dosis kecil dapat berindikasi mempengaruhi mukosa usus, otak, jantung, dan organ internal lainnya. Sehingga berindikasi dapat menyebabkan peningkatan risiko berkembangnya banyak penyakit, tumor, atau perkembangan kanker yang ada [14]. Selain itu terdapat pengujian secara *in vitro* dan *in vivo* menyatakan bahwa racun efek partikel nano TiO_2 pada tubuh manusia seperti siklus sel yang berubah, stenosis nukleus, dan apoptosis [15]. Meskipun, secara umum diyakini bahwa kulit yang sehat dan utuh bertindak sebagai penghalang efektif yang tidak memungkinkan partikel nano menembus stratum korneum. Tetapi, kondisi yang mengganggu kulit (misalnya eksim) dapat menjadi masalah toksisitas serius karena peningkatan penyerapan partikel nano [16]. Karena itu penggunaan nanomaterial TiO_2 masih cukup kontroversi dalam bidang kecantikan [17]. Penelitian terkait toksisitas penggunaan partikel nano TiO_2 pada kulit manusia masih berjalan, namun muncul alternatif baru dalam perkembangan material nano dengan peran yang serupa.

Spesies oksigen reaktif (ROS) oleh agen tabir surya umum seperti TiO_2 telah mendorong banyak penelitian untuk menambahkan antioksidan yang efektif ke dalam tabir surya. Fullerene dengan 60 atom karbon (C_{60}) merupakan salah satu antioksidan kuat dan filter UV yang efektif, menjadikannya kandidat utama sebagai aditif. Dengan adanya iradiasi UV dan nanopartikel TiO_2 yang menghasilkan ROS membuat potensi C_{60} meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa C_{60} dapat digunakan sebagai antioksidan tahan lama untuk melengkapi tabir surya. C_{60} selanjutnya dimasukkan ke dalam krim prototipe bersama dengan nanopartikel TiO_2 . Ketika krim prototipe ini dikenai penyinaran matahari simulasi, spektrum transmisi menunjukkan bahwa sifat anti UV krim dipertahankan dengan baik setelah penyinaran berkepanjangan. Oleh karena itu, C_{60} adalah filter UV yang dapat melengkapi kemanjuran perlindungan matahari dari tabir surya. Studi sel menggunakan fibroblas dermal manusia juga dilakukan untuk menunjukkan kemampuan C_{60} untuk *scavenging* ROS dalam sel yang dihasilkan oleh nanopartikel TiO_2 . Dari penelitian ini menetapkan manfaat antioksidan dan anti UV dari menambahkan C_{60} ke tabir surya [18].

Salah satu material yang saat ini banyak digunakan di dalam produk perawatan kulit dan dinyatakan dapat digunakan sebagai proteksi kulit wajah terhadap sinar UV adalah fullerene. Fullerene memiliki kelebihan yang dinyatakan dapat berfungsi sebagai proteksi terhadap sinar UV. Seperti yang ditulis oleh Qianyu Lin, et.al [18], mengungkapkan bahwa nanopartikel fullerene C_{60} , memiliki mekanisme perlindungan terhadap sinar UV. Juga tertera pada ulasan penelitian yang ditulis oleh Rachana Yadwade et.al, fullerene mampu melindungi keratinosit dari kerusakan akibat UVB [19]. Hal tersebut didukung oleh penelitian Angelique Rondags et.al [20], C_{60} dan turunannya menunjukkan kemampuan perlindungan pada sel terhadap UVB dan kerusakan sel akibat UVA. Selain itu karena atom tubuh kita mengandung 12% karbon [21], maka fullerene sebagai bahan yang murni mengandung karbon secara tidak langsung dapat lebih aman. Untuk penggunaan dosis aman fullerene yaitu sebanyak 0,1 hingga 10 mg/kg [22]. Hal tersebut disebabkan tubuh kita sudah cukup terbiasa dengan adanya karbon, maka dengan menggunakan produk perawatan kulit yang mengandung fullerene, dapat menurunkan risiko reaktif pada tubuh. Tetapi dibalik semua kelebihan

fullerene, terdapat kekurangan terkait sifatnya yang hidrofobik mengakibatkan sulit larut dan secara keseluruhan hanya dapat menyerap panjang gelombang yang pendek [23]. Meskipun demikian fullerene saat ini sudah berhasil difungsionalisasi untuk digunakan dalam produk kecantikan.

Saat ini sudah banyak produk perawatan kulit yang mengandung fullerene dan sudah beredar di pasaran [24, 25]. Hal ini yang melatarbelakangi penelitian yang dilakukan penulis. Maka penelitian mengenai fullerene sebagai bahan untuk proteksi terhadap sinar UV sangat diperlukan, agar dapat mengetahui seberapa efektif fullerene yang dalam produk perawatan kulit terhadap penyerapan sinar UV. Penelitian dilakukan dengan menganalisis penyerapan sinar UV pada sampel produk perawatan kulit yang mengandung fullerene dan membandingkan penyerapan sinar UV dengan produk perawatan kulit yang tidak mengandung fullerene. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan dengan dua cara. Cara pertama pengujian dengan UV spektrofotometer dan cara kedua pengujian menggunakan manik-manik UV terhadap sampel yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh produk perawatan kulit yang mengandung fullerene terhadap radiasi sinar UV?
2. Bagaimana pengaruh fullerene dengan komposisi lain dalam produk perawatan kulit terhadap puncak penyerapan sinar UV maksimal?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengidentifikasi pengaruh produk perawatan kulit yang mengandung fullerene terhadap radiasi sinar UV.
2. Untuk mengidentifikasi pengaruh fullerene dengan komposisi lain dalam produk perawatan kulit terhadap puncak penyerapan sinar UV maksimal.

1.4 Batasan Masalah

Batasan penelitian untuk mendapatkan hasil berupa jawaban dari rumusan masalah adalah dengan menggunakan sampel dari produk perawatan kulit yang mengandung fullerene dan produk perawatan kulit yang tidak mengandung fullerene tetapi memiliki bahan lain yang serupa dengan sampel produk yang mengandung fullerene.

1.5 Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode pengujian, yaitu pengujian kuantitatif menggunakan UV spektrofotometer dan pengujian kualitatif menggunakan manik-manik UV.

1.6 Sistematika Pembahasan

1. Bab 1: Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2: Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi mengenai teori tentang fullerene, properti fullerene, penggunaan fullerene C60 dalam produk perawatan kulit, dan teknik UV spektrofotometer.

3. Bab 3: Metode Penelitian

Pada bab ini berisi tentang metode penelitian yang digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan dari tujuan penelitian.

4. Bab 4: Hasil

Pada bab ini berisi tentang hasil yang didapat setelah melakukan penelitian terhadap ketujuh sampel yang digunakan.

5. Bab 5: Kesimpulan

Pada bab ini berisi kesimpulan yang didapat untuk mencapai tujuan penelitian dari hasil penelitian yang dilakukan.