

**FORMULASI DAN UJI NILAI SPF LOTION FRAKSIONAT
KULIT BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*) KOMBINASI
NIACINAMIDE DAN ALFA TOKOFEROL SECARA IN VITRO**

SKRIPSI



**Disusun oleh :
TASYA AURELLIA
F1F118025**

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS JAMBI**

2022

**FORMULASI DAN UJI NILAI SPF LOTION FRAKSIONAT
KULIT BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*) KOMBINASI
NIACINAMIDE DAN ALFA TOKOFEROL SECARA IN VITRO**

SKRIPSI



**Disusun oleh :
TASYA AURELLIA
F1F118025**

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS JAMBI
2022**

**FORMULASI DAN UJI NILAI SPF LOTION FRAKSIONAT
KULIT BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*) KOMBINASI
NIACINAMIDE DAN ALFA TOKOFEROL SECARA IN VITRO**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Farmasi
pada Jurusan Farmasi FKIK Universitas Jambi



Disusun oleh :
TASYA AURELLIA
F1F118025

JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS JAMBI
2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

**FORMULASI DAN UJI NILAI SPF LOTION FRAKSIONAT
KULIT BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*) KOMBINASI
NIACINAMIDE DAN ALFA TOKOFEROL SECARA IN VITRO**

Disusun oleh :

TASYA AURELLIA

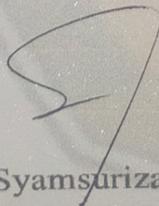
F1118025

Telah disetujui Dosen Pembimbing Skripsi

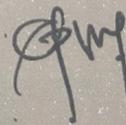
Pada Tanggal, 12 September 2022

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Dr. Drs. Syamsurizal, M. Si.
NIP. 196809181993031003



apt. Elisma, S. Farm., M. Farm
NIK. 198510212014042001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **FORMULASI DAN UJI NILAI SPF LOTION FRAKSIONAT KULIT BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*) KOMBINASI NIACINAMIDE DAN ALFA TOKOFEROL SECARA IN VITRO** telah disusun oleh **TASYA AURELLIA**, NIM : **F1F118025** dan telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal **12 September 2022** dan dinyatakan **LULUS**.

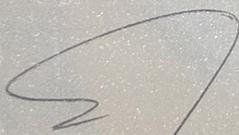
Susunan Tim Penguji :

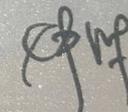
Ketua Sidang : Dr. Drs. Syamsurizal, M. Si.
Sekretaris : apt. Elisma, S. Farm., M. Farm.
Ketua Penguji : 1. Dr. Diah Riski Gusti, S. Si., M. Si.
Anggota : 2. apt. Yuliawati., S. Farm., M. Farm.
3. apt. Fathour Sani K., S. Farm., M. Farm.

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

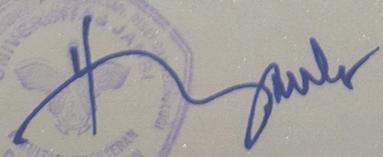

Dr. Drs. Syamsurizal, M. Si.
NIP. 196809181993031003

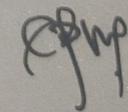

apt. Elisma, S. Farm., M. Farm.
NIK. 198510212014042001

Diketahui:

Dekan
Fakultas Kedokteran dan Ilmu
Kesehatan Universitas Jambi

Atas Nama Ketua Jurusan Farmasi
Sekretaris Jurusan


Dr. dr. Humaryanto, Sp.OT., M.Kes.
NIP. 19730209200511001


apt. Elisma, S. Farm., M. Farm.
NIP. 198510212014042001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tanga dibawah ini:

Nama : Tasya Aurellia

NIM : F1F118025

Jurusan : Farmasi

Judul Skripsi : Formulasi dan Uji Nilai SPF Lotion Fraksionat Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Kombinasi Niacinamide dan Alfa Tokoferol Secara In Vitro

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir Skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir Skripsi ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Jambi, 12 September 2022

Yang Membuat Pernyataan



Tasya Aurellia

F1F118025

KATA PENGANTAR

Bismillah, segala puji Allah yang Maha Kuasa, sholawat serta salam untuk Baginda Rasulullah Shallallahu alaihis salam. Alhamdulillah atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Formulasi dan Uji Nilai SPF Fraksionat Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Kombinasi Niacinamide dan α -Tokoferol Secara In Vitro”. Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi di Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi.

Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, sebagai ungkapan hormat dan penghargaan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs . H.Sutrisno, M.S.c., Ph.D., selaku Rektor Universitas Jambi
2. Bapak Dr. dr. Humaryanto, Sp. OT, M., Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi
3. Bapak Prof. Dr. Rer. Nat. Muhaimin, S.Pd. M.Si., selaku Ketua Jurusan Farmasi Universitas Jambi
4. Bapak Dr. Drs. Syamsurizal, M.Si. selaku pembimbing skripsi utama
5. Ibu apt. Elisma, S.Farm., M.Farm., selaku Pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberi motivasi selama menempuh perkuliahan
6. Ibu Diah Riski, selaku penguji utama yang telah memerikan bantuan, bimbingan dan masukan kepada penulis
7. Ibu Diah Tri Utama, S. Si., M. Sc., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan masukan kepada penulis
8. Ibu apt. Fathnur Sani K., S.Farm., M.Farm., selaku dosen penguji anggota yang banyak memberikan bantuan, bimbingan dan masukan kepada penulis
9. Dosen-dosen Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi yang tidak dapat disebutkan satu persatu
10. Kedua orang tua Ayahanda (Rusfat Maryanto), Ibunda (Ida Ramatasia) dan adik-adik (Nabhan, Nabil, Nafidza dan Naufal) yang selalu menjadi penyemangat dan memberikan motivasi, dukungan materil maupun non

materil, selalu mendo'akan, sudah setia dan sabar dalam mendengarkan curahan hati penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini

11. Seluruh bias saya (GD, Soohyuk, One, Krystal, Suzy, Stray Kids, Twice dan Itzy) yang selalu menjadi penyemangat, motivasi, memberikan dukungan saat penulis merasa lelah baik selama perkuliahan dan penyusunan skripsi
12. Teman-teman saya mabok kleyer (Dafa, Dara, Hana), rumah dusun (Wita, Ayu, Mauli) dan Belajar Mandiri (Panca dan Indah) yang selalu mendukung, membantu dan mendengarkan keluh kesah penulis selama penyusunan skripsi
13. Teman-teman seperjuangan AINS dan pihak yang berkontribusi membantu selama perkuliahan dan penyusunan skripsi

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu farmasi untuk kedepannya.

Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all these hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and trying to give more than I receive. I wanna thank me for trying to do more right than wrong, I wanna thank me for just being me all time.

Jambi, 12 September 2022

Yang Membuat Pernyataan

Tasya Aurellia

F1F118025

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| PERSETUJUAN SKRIPSI | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | x |
| RIWAYAT HIDUP PENULIS | xii |
| ABSTRAK | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Hipotesis | 3 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Sukun (<i>Artocarpus altilis</i>) | 4 |
| 2.2 Ekstraksi | 7 |
| 2.3 Fraksinasi | 8 |
| 2.4 Antioksidan..... | 10 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH | 11 |
| 2.6 Penentuan Nilai <i>Sun Protection Factor</i> (SPF)..... | 12 |
| 2.7 Spektrofotometer UV-Vis..... | 14 |
| 2.8 Lotion | 14 |
| 2.9 Formulasi Sediaan Lotion..... | 15 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 20 |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 20 |
| 3.2 Bahan dan Peralatan | 20 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 21 |
| 3.4 Analisis Data | 29 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 30 |
| 4.1 Identifikasi dan Penyediaan Sampel | 30 |
| 4.2 Ekstraksi Sampel..... | 31 |
| 4.3 Fraksinasi | 33 |
| 4.4 Uji Aktivitas Antioksidan Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun.... | 38 |
| 4.5 Uji SPF Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun | 41 |
| 4.6 Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Lotion Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun..... | 43 |
| 4.7 Uji Nilai SPF Sediaan Lotion Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun | 63 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 68 |
| 5.1 Kesimpulan | 68 |
| 5.2 Saran..... | 68 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 69 |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | 76 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Tanaman sukun (<i>Artocarpus altilis</i>) | 4 |
| Gambar 2.2 Struktur kimia setil alkohol..... | 15 |
| Gambar 2.3 Struktur kimia asam stearat..... | 16 |
| Gambar 2.4 Struktur kimia gliserin | 16 |
| Gambar 2.5 Struktur kimia trietanolamin | 16 |
| Gambar 2.6 Struktur kimia metil paraben..... | 17 |
| Gambar 2.7 Struktur kimia propil paraben | 17 |
| Gambar 2.8 Struktur kimia niacinamide..... | 19 |
| Gambar 2.9 Struktur kimia α -tokoferol | 19 |
| Gambar 4.1 Penyediaan sampel buah sukun (<i>Artocarpus altilis</i>) | 31 |
| Gambar 4. 2 Proses ekstraksi kulit buah sukun (<i>Artocarpus altilis</i>) | 32 |
| Gambar 4.3 Proses fraksinasi menggunakan KCV | 34 |
| Gambar 4.4 Hasil uji KLT | 36 |
| Gambar 4.5 Pembuatan larutan sampel pada uji antioksidan | 39 |
| Gambar 4.6 (a) Penyiapan larutan pengujian SPF (b) Pengujian SPF menggunakan spektrofotometri UV-VIS..... | 42 |
| Gambar 4.7 <i>Lotion</i> fraksionat diklorometan kulit buah sukun | 44 |
| Gambar 4.8 Uji homogenitas sediaan <i>lotion</i> | 49 |
| Gambar 4.9 Uji pH sediaan <i>lotion</i> | 50 |
| Gambar 4.10 Uji daya sebar sediaan <i>lotion</i> | 53 |
| Gambar 4.11 Uji daya lekat sediaan <i>lotion</i> | 56 |
| Gambar 4.12 Uji viskositas sediaan <i>lotion</i> | 59 |
| Gambar 4.13 (a) Pengenceran lotion untuk pengujian SPF (b) Pengujian SPF dengan spektrofotometer UV-VIS..... | 64 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Uji fitokimia ekstrak diklorometan kulit buah sukun | 7 |
| Tabel 2.2 Tingkat aktivitas antioksidan..... | 12 |
| Tabel 2.3 Pembagian kemampuan tabir surya | 13 |
| Tabel 3.1 Nilai EE (Erythema effect spectrum) x I (Solar intensity spectrum)... | 24 |
| Tabel 3.2 Formulasi lotion..... | 26 |
| Tabel 4.1 Hasil KCV fraksi ekstrak diklorometan kulit buah sukun | 37 |
| Tabel 4.2 Nilai IC ₅₀ antioksidan fraksionat diklorometan kulit buah sukun | 40 |
| Tabel 4.3 Nilai SPF fraksionat diklorometan Kulit Buah Sukun..... | 42 |
| Tabel 4.4 Hasil uji organoleptis lotion kulit buah sukun..... | 44 |
| Tabel 4.5 Hasil uji homogenitas lotion kulit buah sukun | 47 |
| Tabel 4.6 Hasil uji pH lotion kulit buah sukun | 49 |
| Tabel 4.7 Hasil uji daya sebar lotion kulit buah sukun..... | 53 |
| Tabel 4.8 Hasil uji daya lekat lotion kulit buah sukun | 56 |
| Tabel 4.9 Hasil uji viskositas lotion kulit buah sukun..... | 59 |
| Tabel 4.10 Nilai SPF Sediaan Lotion Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun | 65 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-----|
| Lampiran 1. Skema kerja | 76 |
| Lampiran 2. Determinasi tanaman sukun (<i>Artocarpus altilis</i>)..... | 79 |
| Lampiran 3. Dokumentasi penelitian..... | 80 |
| Lampiran 4. Perhitungan <i>Retardation factor</i> (Rf) KLT | 87 |
| Lampiran 5. Aktivitas antioksidan fraksi..... | 89 |
| Lampiran 6. Perhitungan antioksidan fraksi | 92 |
| Lampiran 7. Nilai SPF fraksionat diklorometan kulit buah sukun..... | 104 |
| Lampiran 8. Perhitungan nilai SPF fraksi..... | 107 |
| Lampiran 9. Hasil pengamatan organoleptis..... | 113 |
| Lampiran 10. Hasil pengamatan homogenitas sediaan lotion..... | 115 |
| Lampiran 11. Hasil uji pH pada suhu 4°C | 116 |
| Lampiran 12. Hasil uji pH pada suhu 25°C | 117 |
| Lampiran 13. Hasil uji pH pada suhu 40°C | 118 |
| Lampiran 14. Hasil uji statistik pH..... | 119 |
| Lampiran 15. Hasil uji daya sebar pada suhu 4°C..... | 121 |
| Lampiran 16. Hasil uji daya sebar pada suhu 25°C..... | 122 |
| Lampiran 17. Hasil uji daya sebar pada suhu 40°C..... | 123 |
| Lampiran 18. Hasil uji statistik daya sebar | 124 |
| Lampiran 19. Hasil uji daya lekat pada suhu 4°C | 126 |
| Lampiran 20. Hasil uji daya lekat pada suhu 25°C | 127 |
| Lampiran 21. Hasil uji daya lekat pada suhu 40°C | 128 |
| Lampiran 22. Hasil uji statistik daya lekat..... | 129 |
| Lampiran 23. Uji viskositas | 131 |

| | |
|---|-----|
| Lampiran 24. Hasil uji statistik viskositas | 132 |
| Lampiran 25. Rekapitulasi evaluasi sifat fisik lotion | 134 |
| Lampiran 26. Nilai SPF sediaan lotion..... | 136 |
| Lampiran 27. Perhitungan nilai SPF sediaan lotion | 144 |

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis bernama lengkap Tasya Aurellia, lahir di Jambi, 10 Juni 2000, merupakan putri pertama dari lima bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri Ayahanda Rusfat Maryanto dan Ibunda Ida Ramatasia. Penulis sekarang bertempat tinggal di Perumahan 16 Residence, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi. Penulis memulai pendidikan di Golden Kids Education Centre pada tahun 2004 yang lulus pada tahun 2005. Kemudian melanjutkan Sekolah Taman Kanak-Kanak di TK Rumpun Tani dan lulus pada tahun 2006. Selanjutnya penulis melanjutkan Sekolah Dasar di SDN 64 Kota Jambi dan lulus pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas di An-Najiyah Boarding School Bandung dan lulus pada tahun 2016. Penulis menempuh Sekolah Menengah Atas untuk dua tahun terakhir di SMA At-Taufiq Jambi dan lulus pada tahun 2018. Dan pada tahun yang sama penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Jambi, Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Hingga dengan penulisan skripsi ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswi. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan akademik dan non-akademik kampus. Untuk menyelesaikan Pendidikan Strata-1 (S1) penulis harus menyelesaikan seluruh mata kuliah di Jurusan Farmasi, melakukan praktik magang dan penelitian. Penulis menyelesaikan tugas akhir dan menyusun skripsi dengan judul “**Formulasi dan Uji Nilai SPF Lotion Fraksionat Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Kombinasi Niacinamide dan Alfa-Tokoferol Secara In Vitro**”.

ABSTRAK

Sinar matahari dapat memberikan efek merugikan karena mengandung radiasi ultraviolet (UV) yang dapat menyebabkan eritema, *sunburn*, penuaan dini, hiperpigmentasi, *tanning*, radang dan kekeringan kulit. Hal ini dapat diatasi menggunakan sediaan kosmetik berupa *lotion* dengan SPF kemampuan ultra (>15) salah satunya bersumber dari fraksionat diklorometan kulit buah sukun. Tujuan penelitian membuat *lotion* mengandung SPF dari fraksionat diklorometan kulit buah sukun kombinasi niacinamide dan α -tokoferol secara in vitro. Kulit buah sukun diekstraksi dengan maserasi bertingkat menggunakan n-heksan dan diklorometan, difraksinasi dengan n-heksan dan etil asetat, uji antioksidan digunakan metode DPPH dan uji SPF menggunakan spektrofotometri. Formulasi *lotion* digunakan fraksi 1 dengan nilai SPF 24,71. Pengujian karakteristik fisik pada F1 (NA 1%, α -tokoferol 1%), F2 (NA 2%, α -tokoferol 0,8%), F3 (NA 3%, α -tokoferol 0,6%), F4 (NA 4%, α -tokoferol 0,4%), F5 (NA 5%, α -tokoferol 0,2%), K- (tanpa NA dan α -tokoferol) dan B (tanpa fraksi 1, NA dan α -tokoferol) telah memenuhi persyaratan SNI dengan organoleptis meliputi warna putih kehijauan, bau mawar, bentuk semi padat, konsistensi lembut dan homogen. Nilai pH (5,23-6,53), daya sebar (5,24-5,77 cm), daya lekat (1,31-1,76 detik) dan viskositas (4554,75-10509,36 cPs). *Lotion* dengan sifat fisik dan nilai SPF terbaik yaitu F5 (20,6).

Kata kunci : sukun (*Artocarpus altilis*), SPF, *lotion*

ABSTRACT

Sunlight can have a detrimental effect because it contains ultraviolet (UV) radiation which can cause erythema, sunburn, premature aging, hyperpigmentation, tanning, inflammation and dryness of the skin. This can be overcome by using cosmetic preparations in the form of lotions with SPF ultra capability (>15), one of which is derived from the dichloromethane fraction of breadfruit peel. The aim of this research is to make a lotion containing SPF from the dichloromethane fraction of breadfruit peel combination of niacinamide and α -tocopherol in vitro. Breadfruit peel was extracted by graded maceration using n-hexane and dichloromethane, fractionated with n-hexane and ethyl acetate, antioxidant test used DPPH method and SPF test using spectrophotometry. The lotion formulation used fraction 1 with an SPF value of 24,71. Physical characteristics test on F1 (NA 1%, α -tocopherol 1%), F2 (NA 2%, α -tocopherol 0.8%), F3 (NA 3%, α -tocopherol 0.6%), F4 (NA 4%, α -tocopherol 0.4%), F5 (NA 5%, α -tocopherol 0.2%), K- (without NA and α -tocopherol) and B (without fraction 1, NA and α -tocopherol) has met the requirements of SNI with organoleptic covering greenish white color, smell of roses, semi-solid form, soft and homogeneous consistency. The value of pH (5,23-6,53), dispersion (5,24-5,77 cm), adhesion (1,31-1,76 seconds) and viscosity (4554,75-10509,36 cPs). The lotion with the best physical properties and SPF value is F5 (20,6).

Keywords : breadfruit (*Artocarpus altilis*), SPF, lotion

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sinar matahari merupakan sumber cahaya alami yang memiliki peranan sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Selain memberi manfaat, sinar matahari juga dapat memberikan efek yang merugikan untuk kulit terutama jika jumlah paparannya berlebihan¹. Sinar matahari mengandung radiasi ultraviolet (UV) yang dapat menyebabkan warna kulit menjadi gelap terutama pada wajah, leher, bagian atas lengan, dan tangan. Lapisan kulit akan semakin menipis sehingga mudah mengalami iritasi rapuh, kering dan tampak kusam². Sinar UV juga dapat menyebabkan eritema, hiperpigmentasi dan kanker kulit³.

Sinar UV yang paling berpotensi menyebabkan eritema, *sunburn* dan pemicu penuaan dini adalah sinar UV B (290-320 nm), sinar UV A (320-400 nm) radiasi yang paling beresiko dapat menyebabkan hiperpigmentasi, radang, kekeringan dan tanning. Sedangkan sinar UV C (200-290 nm) bersifat karsinogenik, namun dapat disaring lapisan ozon sehingga tidak sampai ke permukaan bumi³.

Kemampuan tabir surya menahan sinar UV dapat dilihat dari nilai *Sun Protector Factor* (SPF) yang berkaitan juga dengan nilai antioksidan. Salah satu cara mencegah bahaya sinar UV bagi kulit secara langsung dapat menggunakan kosmetik lotion yang diformulasikan khusus menggunakan ekstrak tanaman⁴.

Lotion merupakan sediaan kosmetika golongan emolien (pelembut) yang mengandung air lebih banyak⁵. Fungsinya mempertahankan kelembaban kulit, membersihkan, mencegah kehilangan air. Keuntungannya mudah menyebar, penggunaan mudah, memberi efek sejuk, mudah dicuci, cara kerja langsung pada jaringan setempat dan efek terapi yang diharapkan lebih mudah dicapai⁶.

Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa tumbuhan yang bermanfaat sebagai antioksidan yaitu golongan flavonoid⁷. Umumnya berasal dari genus *Artocarpus*. Salah satunya *Artocarpus altilis* atau sukun⁸. Hasil uji yang dilakukan Dewi (2018)⁹, diketahui fraksionat ekstrak diklorometan kulit buah sukun memiliki nilai IC₅₀ sebesar 13,34 ppm dua kali lebih kuat khasiat antioksidannya dari vitamin E, IC₅₀ sebesar 30,32 ppm. Penggunaan pelarut diklorometan karena

menghasilkan nilai rendeman tertinggi juga memberikan nilai IC_{50} yang tinggi pula. Hasil penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰, didapatkan nilai antioksidan yang tinggi juga yaitu nilai IC_{50} sebesar 15,72 ppm. Semakin kecil nilai IC_{50} semakin tinggi aktivitas antioksidan¹¹. Dari penelitian Himawan *et al* (2018)¹² didapat hubungan aktivitas antioksidan dan nilai SPF, semakin besar aktivitas antioksidannya maka semakin besar nilai SPF sediaan.

Dalam sebuah penelitian disebutkan α -tokoferol yang diaplikasikan secara topikal dapat mengurangi eritema, sel yang terbakar sinar matahari dan kerusakan kulit¹³. Studi klinis juga telah membuktikan bahwa perlindungan antioksidan dengan kombinasi vitamin E (α -tokoferol) menunjukkan peningkatan elastisitas dan kelembapan kulit dengan cara menghaluskan kulit, meningkatkan kemampuan stratum korneum untuk mempertahankan kelembapan, mempercepat epitelisasi, dan proteksi kulit¹⁴.

Niacinamide telah diuji dapat membantu mengurangi efek oksidatif berbahaya (stres oksidatif) akibat polusi atau paparan debu¹⁵. Stres oksidatif dapat memicu kerusakan dan penuaan sel yang dapat menyebabkan photoaging (penuaan dini) akibat terlalu banyak terpapar sinar UV A dan UV B¹⁶. Niacinamide juga dapat memperbaiki garis wajah, keriput, bintik hiperpigmentasi, bercak merah pada wajah, elastisitas, meningkatkan produksi kolagen dan melindungi kulit dari sinar UV^{17,18}. Dalam penelitian belakangan ini dinyatakan bahwa penggunaan niacinamide mampu ditoleransi dengan baik oleh kulit, bahkan mampu menghasilkan dampak yang menguntungkan seperti menurunkan produksi sebum¹⁹ dan Mohiudin (2019)¹⁷ menyebutkan bahwa niacinamide dapat digunakan sebagai perlindungan matahari SPF 30.

Berdasarkan uraian diatas dan melihat dari hasil penelitian^{9,10} keduanya membuktikan bahwa fraksionat dari ekstrak diklorometan kulit buah sukun (*Artocarpus altilis*) memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi maka dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan zat aktif niacinamide dan α -tokoferol untuk melihat nilai *Sun Protection Factor* (SPF) yang dihasilkan dalam bentuk sediaan kosmetik berupa lotion secara *in vitro* dan diharapkan menghasilkan kemampuan tabir surya ultra yaitu > 15 .

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol dapat dibuat sediaan *lotion*?
2. Bagaimana formula *lotion* dari fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol yang mempunyai sifat fisik yang baik?
3. Bagaimana nilai *Sun Protection Factor* (SPF) untuk *lotion* fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol dalam formula yang memenuhi standar evaluasi sifat fisik sediaan?

1.3 Hipotesis

Lotion fraksionat kulit buah sukun (*Artocarpus altilis*) dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol memiliki nilai SPF (*Sun Protection Factor*) dengan kemampuan ultra yaitu >15 (H_0).

1.4 Tujuan

1. Mengidentifikasi cara memformulasikan *lotion* fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol
2. Mengidentifikasi formulasi *lotion* fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol yang mempunyai sifat fisik yang baik
3. Mengidentifikasi nilai *Sun Protection Factor* (SPF) untuk *lotion* fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol yang memenuhi standar

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan mengenai cara pembuatan *lotion* fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol
2. Memberikan terobosan baru kepada industri atau ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan fraksionat kulit buah sukun dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol sebagai sediaan *lotion*
3. Sebagai sumber pustaka kepada peneliti lain mengenai nilai SPF fraksionat kulit buah sukun yang dapat divariasikan formulasi dan bentuk sediaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sukun (*Artocarpus altilis*)

Taksonomi Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*)

Sukun (*Artocarpus altilis*) adalah anggota genus *Artocarpus* (*Moraceae*) yang berisi sekitar 50 spesies pohon yang tumbuh di daerah yang panas dan lembab di daerah tropis Asia Tenggara dan Kepulauan Pasifik. Beberapa spesies bernilai lokal sebagai pohon kayu, sedangkan buah sukun ditanam untuk diambil buahnya. Nama secara umum buah sukun adalah *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg²⁰.

Sukun menyukai iklim tropis, meliputi suhu 20-40°C, tumbuh baik didataran rendah, ketinggian <600m diatas permukaan laut. Pohon sukun dapat tumbuh tinggi hingga 20m, tanaman sukun bertajuk renggang, bercabang mendatar, dan berdaun besar-besar yang bersusun selang-seling dengan bentuk menyirip dalam. Berumur 5-6 tahun. Dapat berbuah hingga 400 buah perpohon per tahun²¹.

Dibawah merupakan gambar dari tanaman sukun (*Artocarpus altilis*):



Gambar 2.1 Tanaman sukun (*Artocarpus altilis*)

Tanaman sukun (*bread fruit*) memiliki nama ilmiah *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg yang bersinonim dengan *Artocarpus communis* Forst dan *Artocarpus incisa* Linn yang termasuk keluarga *Moraceae* dan kelas *Dicotyledonae*. Tanaman sukun merupakan tanaman tahunan, termasuk dalam famili *Moraceae*, jenis tanaman sukun memiliki klasifikasi sebagai berikut²²:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub divisi : Angiospermae

| | |
|-----------|-----------------------------|
| Kelas | : Magnoliopsida |
| Sub kelas | : Hamamelidae |
| Ordo | : Urticales |
| Famili | : Moraceae |
| Genus | : Artocarpus |
| Spesies | : <i>Artocarpus altilis</i> |

Morfologi Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*)

Menurut Ragone (1997)²⁰ *Artocarpus altilis* terdiri dari bunga, pohon, biji, daun dan buah. Tanaman ini memiliki morfologi sebagai berikut :

- Bunga : Memiliki bunga betina dan bunga jantan. Bunga jantan berbentuk paku dengan panjang 45 cm dan diameter 5 cm. Bunga betina berbentuk elips, hijau, memiliki kepala berukuran 2,5 dari panjang bunga 6,35 cm.
- Pohon : Memiliki pohon yang sangat besar dengan ketinggian sekitar 15-20 meter. Pohon memiliki kulit yang halus, berwarna terang, dengan diameter 1-2 meter. Kayu dari pohon ini akan berwarna emas jika mengalami kontak langsung dengan sinar matahari.
- Biji : Biji tanaman *Artocarpus altilis* berwarna coklat, kadang berbentuk bulat, bulat telur bahkan dengan bentuk yang tidak teratur.
- Daun : Memiliki daun yang kasar, berwarna hijau gelap, dan tebal. Daun tanaman ini memiliki bentuk yang berbeda-beda bahkan pada pohon yang sama.
- Buah : Memiliki buah yang memiliki struktur yang spesifik, pada bagian dalam buah mengandung banyak lateks dan ikatan pembuluh besar yang memiliki aktivitas enzim oksidatif sehingga cepat mengalami perubahan warna. Biasanya buah tanaman ini berbentuk bulat, oval dan lonjong dengan panjang sekitar 30 cm dan berat sekitar 0,25-6 kg.

Manfaat Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*)

Didalam bukunya yang berjudul “Daun Ajaib Tumpas Penyakit” Mardiana (2012)²¹ menyebutkan bahwa beberapa hasil penelitian ilmiah menyatakan seluruh bagian tanaman sukun terbukti berkhasiat membantu menyembuhkan penyakit, yaitu sebagai berikut :

- Akar** : Akar sukun mengandung beberapa senyawa, seperti *cycloartocarpin*, *artocarpin*, *chaplashin*, *morusin*, *cudraflavone B*, *cycloartobiloxanthone*, *artonin*, *cudraflavone C*, dan *artobiloxanthone*. Kesembilan senyawa ini berkhasiat antibakteri penyebab tuberculosis *Mycobacterium tuberculosis*. Delapan di antaranya diketahui memiliki aktivitas antiplasmodial, yaitu mampu menghalau parasit penyebab malaria *Plasmodium falciparum*. Mampu menangkal sel kanker epidermis dan payudara. Akar sukun mengandung antibiotik sehingga mampu menghalau luka akibat infeksi bakteri dan jamur. Dan banyak digunakan untuk mengobati penyakit kulit, seperti koreng.
- Kayu batang** : Ekstrak kayu sukun mengandung senyawa *artocarpin* yang memacu apoptosis pada sel kanker payudara. Kulit batang sukun bersifat antiradang sehingga kerap digunakan mengatasi luka lambung.
- Daun** : Daun sukun mengandung saponin, polifenol, asam hidrosianat, kalium, asetilcolin, tanin, riboflavin, dan phenol. Kalium dapat membantu meluruhkan batu ginjal. Daun sukun mengandung senyawa flavonoid yaitu *8-geranyl-4,5,7-trihydroxyflavone* yang bersifat sebagai antidiabetes kuat. Senyawa flavonoid *geranyl* bermanfaat sebagai antikanker, antiinflamasi, antiaterosklerosis, dan antiplatelet.
- Buah** : Ekstrak buah sukun mengandung senyawa *5,7,4-trihydroxy-6-geranylflavanone*. Senyawa itu berperan sebagai antiradang. Sama seperti daun, buah sukun juga bermanfaat sebagai pelindung jantung. Dan dapat menjadi makanan sehat bagi penderita diabetes.
- Bunga** : Bunga sukun salah satunya mengandung senyawa saponin. Bermanfaat untuk menyembuhkan sakit gigi.

Kandungan Metabolit Sekunder

Kandungan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak kulit buah sukun (*Artocarpus altilis*) dapat diketahui dari skrining fitokimia. Pada penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2018)⁹ skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa golongan fenolik, flavonoid, terpenoid, steroid, alkaloid dan tanin pada ekstrak diklorometan kulit buah sukun berdasarkan perubahan warna yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Uji fitokimia ekstrak diklorometan kulit buah sukun

| Golongan Senyawa | Hasil | Keterangan Hasil Positif |
|------------------|-------|--------------------------|
| Fenolik | + | Warna hitam kehijauan |
| Flavonoid | | |
| - HCl + Mg | + | Berbuih dan warna jingga |
| - NaOH | + | Warna kuning kemerahan |
| Steroid | + | Warna hijau |
| Terpenoid | - | - |
| Alkaloid | - | - |
| Tanin | - | - |

Keterangan : (-) negatif = tidak mengandung golongan senyawa

(+) positif = mengandung golongan senyawa

Adapun hasil penelitian Misfadhila *et al* (2019)²³ kandungan senyawa kimia dari ekstrak buah sukun yaitu alkaloid, fenolik, flavonoid, tanin, saponin dan steroid. Dalam penelitian Solichah *et al* (2021)⁸ disebutkan bahwa sebagian besar senyawa bioaktif pada tanaman sukun berasal dari jalur fenilpropanoid, yaitu fenolat dan flavonoid dengan kandungan kimia yang paling banyak dilaporkan sebelumnya adalah senyawa triterpen dan flavonoid. Namun secara umum pada daun, kulit dan buah sukun mengandung flavonoid, steroid/triterpenoid, glikosida antrakuinon, tanin, karbohidrat dan saponin.

2.2 Ekstraksi

Ekstraksi yaitu salah satu teknik pemisahan kimia untuk memisahkan atau menarik satu atau lebih komponen atau senyawa (analit) dari suatu sampel dengan menggunakan pelarut tertentu yang sesuai. Tujuannya untuk memisahkan

metabolit yang larut, dengan memisahkan dari seluler tidak larut (residu). Ekstrak yang diperoleh sesudah pemisahan dari residu tanaman obat dinamakan “*micella*”²⁴.

Prinsip pemisahan didasarkan pada kemampuan atau daya larut analit dalam pelarut tertentu²⁵. Proses ekstraksi dimulai menggunakan pelarut dengan tingkat kepolaran lebih rendah yaitu nonpolar, semi polar dan terakhir polar, mengikuti kaidah “*like dissolve like*” pelarut polar seperti air, metanol dan etanol akan menarik senyawa polar, pelarut semi polar seperti etil asetat, kloroform dan diklorometan akan menarik senyawa semi polar, pelarut non polar seperti eter dan n-heksan akan menarik senyawa non polar¹⁷.

Metode ekstraksi yang digunakan yaitu maserasi bertingkat, salah satu jenis ekstraksi padat cair yang paling sederhana. Proses ekstraksi dilakukan dengan cara merendam sampel pada suhu kamar menggunakan pelarut yang sesuai sehingga dapat melarutkan analit dalam sampel. Sampel biasanya direndam selama 3-5 hari sambil diaduk sesekali untuk mempercepat proses pelarutan analit. Ekstraksi dilakukan berulang kali sehingga analit terekstraksi sempurna ditandai dengan pelarut tidak berwarna²⁶. Proses ini untuk melunakkan dan menghancurkan dinding sel tanaman untuk melepaskan fitokimia terlarut²⁴.

Kelebihan ekstraksi ini yaitu alat dan cara yang digunakan sangat sederhana, dapat digunakan untuk analit baik yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan terhadap pemanasan. Kelemahannya adalah menggunakan banyak pelarut²⁶.

2.3 Fraksinasi

Setelah ekstraksi selanjutnya dilakukan fraksinasi. Fraksinasi pada prinsipnya adalah proses penarikan senyawa pada suatu ekstrak dengan menggunakan dua macam pelarut yang tidak saling bercampur. Pelarut yang umumnya dipakai untuk fraksinasi adalah n-heksan, etil asetat, diklorometan dan metanol. Untuk menyari minyak lemak dan senyawa non polar digunakan digunakan n-heksan, etil asetat dan diklorometan untuk menyari senyawa semi polar sedangkan metanol untuk menyari senyawa polar. Berdasarkan proses ini dapat diduga sifat kepolaran dari senyawa yang akan dipisahkan “*like dissolve like*”²⁷. Teknik yang biasa digunakan dalam fraksinasi adalah kromatografi.

Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Prinsip pemisahan pada Kromatografi lapis tipis (KLT) atau (Thin Layer Chromatography, TLC) adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk memisahkan suatu campuran senyawa secara cepat dan sederhana. Metode ini termasuk dalam kromatografi cair-padat. Prinsip pemisahan pada KLT didasarkan atas adsorpsi senyawa-senyawa oleh fasa diam dan fasa gerak. Pemisahan dapat terjadi akibat perbedaan kepolaran antara senyawa-senyawa dalam campuran dengan fasa diam dan fasa gerak. Perbedaan kepolaran inilah yang menyebabkan terjadinya pemisahan yang diamati melalui tampaknya bercak atau noda²⁶.

Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Cara yang lebih akurat dalam melakukan fraksinasi adalah dengan teknik kromatografi yang dianjurkan untuk dilakukan adalah kromatografi cair vakum (KCV) menggunakan kolom silika gel. Ukuran diameter kolom yang digunakan bervariasi tergantung jumlah berat ekstrak yang akan difraksinasi. Dengan cara ini suatu ekstrak akan terfraksi-fraksi ke dalam fraksi yang lain dengan jumlah komponen utama satu atau dua dengan sistem eluen yang sesuai. Waktu fraksinasi dengan KCV sekitar satu sampai dua jam²⁸.

Langkah pertama fraksinasi dengan teknik KCV adalah menganalisis komponen yang terdapat dalam ekstrak atau fraksi. Analisis komponen dengan kromatografi lapis tipis (KLT) adalah untuk mengetahui perkiraan berapa jumlah komponen utama yang ada dalam ekstrak atau fraksi. Untuk tujuan ini digunakan eluen yang paling sesuai dengan karakter dari senyawa, eluen campuran n-heksan-etil asetat atau diklorometan sesuai untuk golongan terpenoid, campuran kloroform-metanol untuk golongan fenolik²⁸.

Jumlah perbandingan campuran pelarut tersebut disesuaikan dengan tingkat kepolaran molekul, pengamatan bercak tergantung pada golongan senyawa yang menjadi tujuan isolasi. Jika tujuannya mengisolasi terpenoid, pengamatan bercak dapat dengan bantuan peraksi semprot yang sesuai, jika untuk golongan fenolik, maka pengamatan bercak dapat menggunakan dibawah lampu UV dengan panjang gelombang 254 nm.

2.4 Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat menyerap atau menetralkan radikal bebas sehingga mampu mencegah penyakit-penyakit degeneratif seperti kardiovaskuler, karsinogenesis, dan penyakit lainnya. Senyawa antioksidan merupakan substansi yang diperlukan tubuh untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas²⁹.

Dalam melawan bahaya radikal bebas baik radikal bebas eksogen maupun endogen, tubuh manusia telah mempersiapkan penangkal berupa sistem antioksidan yang terdiri dari 3 golongan yaitu :

1. Antioksidan Primer yaitu antioksidan yang berfungsi mencegah pembentukan radikal bebas selanjutnya (propagasi), yaitu transferin, feritin, albumin.
2. Antioksidan Sekunder yaitu antioksidan yang berfungsi menangkap radikal bebas dan menghentikan pembentukan radikal bebas, yaitu Superoxide Dismutase (SOD), Glutathion Peroxidase (GPx) dan katalase.
3. Antioksidan Tersier atau repair enzyme yaitu antioksidan yang berfungsi memperbaiki jaringan tubuh yang rusak oleh radikal bebas, yaitu Metionin sulfosida reduktase, Metionin sulfosida reduktase, DNA repair enzymes, protease, transferase dan lipase.

Mekanisme Antioksidan

Senyawa antioksidan memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali fungsinya dan dapat memutus reaksi berantai dari radikal bebas²⁹. Senyawa antioksidan dapat menghambat inisiasi pembentukan radikal bebas. Antioksidan berperan dalam memberikan elektron pada radikal bebas. Elektron bebas akan menjadi berpasangan sehingga dapat mencegah kerusakan sel tubuh³⁰.

Mekanisme antioksidan melalui tiga tahap reaksi yaitu inisiasi, propagasi dan terminasi. Inisiasi ditandai dengan terlepasnya atom hidrogen dari molekul asam lemak sehingga terbentuk radikal bebas alkil. Tahap propagasi yaitu saat radikal bebas alkil yang terbentuk pada tahap inisiasi bereaksi dengan oksigen atmosfer membentuk radikal bebas peroksil. Radikal bebas peroksil yang terbentuk

bereaksi dengan atom hidrogen yang terlepas dari asam lemak tidak jenuh lain membentuk hidroperoksida³¹.

2.5 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Metode DPPH merupakan metode *in vitro* yang sering dipilih sebagai metode pengujian aktivitas antioksidan karena sederhana, mudah, cepat, peka dan memerlukan sedikit sampel. Metode ini hanya membutuhkan senyawa DPPH yang bersifat stabil dan senyawa perbandingan seperti vitamin A, vitamin C atau vitamin E. Selain itu, metode ini tidak memerlukan substrat karena radikal bebas sudah tersedia secara langsung untuk mengganti substrat. Hasil dapat diamati dengan perubahan larutan dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna menunjukkan bahwa DPPH telah tereduksi oleh proses donasi hidrogen atau elektron dari senyawa antioksidan sehingga warnanya berubah dari violet ke kuning dan DPPH tidak memberikan serapan pada panjang gelombang 517 nm³².

Prinsip pengukuran aktivitas antioksidan secara kuantitatif menggunakan DPPH yaitu adanya perubahan intensitas warna ungu dimana radikal bebas DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan akan memberikan warna ungu. Warna akan berubah menjadi kuning saat elektronnya berpasangan. Perubahan warna ini akan memberikan perubahan absorbansi pada panjang gelombang maksimum DPPH saat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sehingga akan diketahui nilai aktivitas peredaman radikal bebas yang dinyatakan dengan nilai IC_{50} (*Inhibitory concentration*)³³.

Nilai IC_{50} didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi senyawa uji yang dapat meredam radikal bebas sebanyak 50%. Semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas peredaman radikal bebas semakin tinggi. Pengukuran aktivitas antioksidan secara spektrofotometer dilakukan pada panjang gelombang 517 nm, yang merupakan panjang gelombang maksimum DPPH. Karena memberikan serapan paling maksimal dan memberikan kepekaan paling besar³⁴.

Menurut Nasution *et al* (2015)³⁵ tingkat aktivitas antioksidan yaitu seperti yang terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Tingkat aktivitas antioksidan

| IC₅₀ | Kekuatan |
|------------------------|-----------------|
| <50 ppm | Sangat kuat |
| 50-100 ppm | Kuat |
| 100-150 ppm | Sedang |
| 150-200 ppm | Lemah |
| >200 ppm | Sangat lemah |

2.6 Penentuan Nilai *Sun Protection Factor* (SPF)

Sun Protection Factor (SPF) adalah indikator universal untuk menggambarkan efisiensi produk tabir surya termasuk kosmetik dalam bentuk lotion. SPF menunjukkan kemampuan suatu produk dalam mengurangi eritema akibat sinar UV³⁶. Jenis sinar UV terdiri atas sinar ultra violet A (UVA), sinar ultra violet B (UVB), dan UV C. Sinar UVB dengan panjang gelombang pendek, disaring oleh lapisan ozon sehingga mencapai atmosfer bumi dengan kadar yang cukup tinggi dan menyebabkan pemaparan pada kulit ari dengan gejala terbakar (*sunburn*) atau keoklatan (*sutan*). Sementara itu, sinar UVA memiliki energi yang lebih rendah, tetapi mampu menembus lapisan lemak pada kulit. UVA inilah yang bertanggung jawab terhadap kerusakan kolagen dan jaringan elastin, yakni zat yang membuat kulit menjadi kuat dan kenyal³⁷.

Semakin tinggi nilai SPF semakin baik perlindungannya terhadap pengaruh buruk sinar UV³⁰. Jumlah tabir surya yang diterapkan pada kulit harus 2.0 mg/cm² untuk menetapkan perlindungan yang sesuai dengan SPF yang diberikan pada wadah tabir surya. Namun, hanya sekitar seperempat (0,5 mg/cm²) yang umumnya digunakan dalam kehidupan nyata. Nilai SPF berkisar antara 0 sampai 100, dan kemampuan tabir surya yang dianggap baik berada diatas 15.

Menurut FDA (Food Drug Administration) pembagian kemampuan tabir surya yaitu sebagai berikut³⁶:

Tabel 2.3 Pembagian kemampuan tabir surya

| Nilai SPF | Kemampuan tabir surya |
|-----------|-----------------------|
| 2 – 4 | Minimal |
| 4 – 6 | Sedang |
| 6 – 8 | Ekstra |
| 8 – 15 | Maksimal |
| >15 | Ultra |

Nilai SPF merupakan nilai daya tahan tabir surya. Daya tahan tabir surya dengan mengalikan nilai SPF dengan 10. Tabir surya dengan SPF 15 berarti akan melindungi kulit selama 150 menit dari paparan sinar ultraviolet sebelum kulit menjadi terbakar dan merah. Tanpa tabir surya, kulit yang terpapar sinar matahari langsung akan bertahan selama 10 menit sebelum kulit terbakar dan merah³⁶.

Penggunaan tabir surya alami dapat diperoleh dari bahan alam, antara lain rimpang, buah, biji, bunga, batang, daun, akar, dan getah. Senyawa fenolik berfungsi melindungi jaringan tanaman terhadap kerusakan akibat radiasi sinar matahari. Flavanoid diduga dapat menangkal radikal induksi ultraviolet (UV), dan memberikan efek perlindungan terhadap radiasi UV dengan menyerap sinar UV. Senyawa fenolik khususnya golongan flavanoid dan tanin mempunyai potensi tabir surya karena adanya gugus kromofor (ikatan rangkap tunggal terkonjugasi) yang mampu menyerap sinar UV baik UV A maupun UV B, sehingga mampu mengurangi intensitasnya pada kulit³⁶.

Pengukuran nilai SPF suatu sediaan menurut Dipahayu dan Arifiyana (2019)³⁸ dapat dilakukan secara *in vitro*. Metode pengukuran nilai SPF secara *in vitro* secara umum terbagi dalam dua tipe yaitu:

1. Mengukur serapan atau transmisi radiasi UV melalui lapisan produk tabir surya pada plat kuarsa atau biomembran
2. Menentukan karakteristik serapan tabir surya menggunakan analisis secara spektrofotometri larutan hasil pengenceran dari tabir surya yang diuji

2.7 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah anggota teknik analisis spektroskopi memakai sumber radiasi elektromagnetik ultra violet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780) dengan memakai instrument spektrofotometer. Spektrofotometer UV-Vis dapat melakukan penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas atau uap. Untuk sampel berupa larutan perlu diperhatikan pelarut yang dipakai kemurniannya harus tinggi untuk analisis³⁹.

Pelarut yang biasa digunakan dalam daerah-daerah ultraviolet dan terlihat ialah: aseton, benzene, karbon tetraklorida, kloroform, dioksan, diklorometan, etanol 95%, etil eter, methanol, air dan sebagainya³⁹. Menurut Noviyanto (2020)³⁹ Komponen-komponen pokok dari spektrofotometer meliputi:

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil, yang biasa digunakan yaitu lampu wolfram
2. Monokromator untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis
3. Sel absorpsi, pada pengukuran di daerah tampak menggunakan kuvet kaca atau kuvet kaca corex, tetapi untuk pengukuran pada UV menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini
4. Detector radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat. Peranan detector penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada daerah ini.

Suatu senyawa obat mampu menyerap sinar UV-Vis ketika senyawa obat mengandung suatu gugus yang mampu menyerap sinar UV-Vis. Gugus semacam ini disebut dengan kromofor. Kromofor merupakan semua gugus atau atom dalam senyawa organik yang mampu menyerap sinar ultraviolet dan sinar tampak. Panjang gelombang maksimal dipengaruhi oleh pelarut dan struktur molekul kimia yang mengandung kromofor. Pita-pita serapan maksimal biasanya juga lebar karena ada efek-efek vibrasional. Dengan demikian, penentuan panjang gelombang maksimal yang tepat merupakan suatu hal yang sulit⁴⁰.

2.8 Lotion

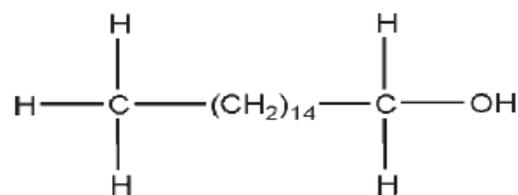
Lotion merupakan sediaan kosmetika golongan emolien (pelembut) yang mengandung air lebih banyak⁴¹. Fungsi dari lotion adalah untuk mempertahankan

kelembaban kulit, membersihkan, mencegah, kehilangan air atau mempertahankan bahan aktif. Komponen-komponen yang menyusun lotion adalah pelembab, pengemulsi, bahan pengisi, pembersih, bahan aktif, pelarut, pewangi dan pengawet. Keuntungan lotion yaitu mudah menyebar rata, mudah dalam penggunaannya atau mudah dioleskan, daya penyebaran, penetrasi atau cara kerjanya langsung pada jaringan setempat serta efek terapi yang diharapkan lebih mudah dicapai¹⁷.

2.9 Formulasi Sediaan Lotion

Setil alkohol

Setil alkohol banyak digunakan dalam kosmetik dan farmasi untuk formulasi seperti supositoria, emulsi, lotion, krim, dan salep. Berguna sebagai agen pelapis, agen pengemulsi, agen pengental. Dalam lotion, krim, dan salep setil alkohol digunakan karena sifatnya yang emolien, menyerap air, dan sifat pengemulsi. Ia meningkatkan stabilitas, meningkatkan tekstur, dan meningkatkan konsistensi. Sifat emolien disebabkan karena ia melumasi dan melembutkan kulit sambil memberikan karakteristik tekstur *beludru*. Untuk pemerianannya yaitu berbentuk seperti lilin, serpihan putih, butirann, kubus atau seperti coran. Yang memiliki bau yang khas yang samar dan rasanya hambar⁴².



Gambar 2.2 Struktur kimia setil alkohol

Asam Stearat

Asam stearat banyak digunakan dalam farmasi oral dan topikal formulasi. Dalam formulasi topikal, asam stearat digunakan sebagai pengemulsi dan agen pelarut. Ketika sebagian dinetralkan dengan alkali atau trietanolamin, asam stearat digunakan dalam pembuatan krim. Asam stearat juga banyak digunakan dalam kosmetik dan produk makanan. Pemerianannya berbentuk keras, berwarna

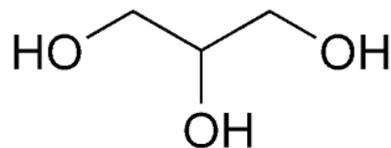
putih atau agak kuning, mengkilap, padatan kristal atau bubuk putih atau putih kekuningan, sedikit bau dan rasa seperti lemak⁴².



Gambar 2.3 Struktur kimia asam stearat

Gliserin

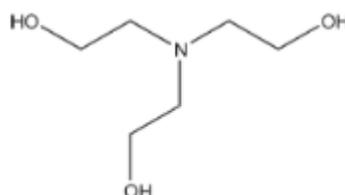
Dalam formulasi farmasi topikal dan kosmetik, gliserin digunakan terutama untuk sifat humektan dan emoliennya. Gliserin digunakan sebagai pelarut atau kosolven dalam krim dan emulsi. Pemerianya adalah cairan yang jernih, tidak berwarna, tidak berbau, kental, higroskopis, memiliki rasa manis, kira-kira 0,6 kali lebih manis dari sukrosa⁴².



Gambar 2.4 Struktur kimia gliserin

Trietanolamin

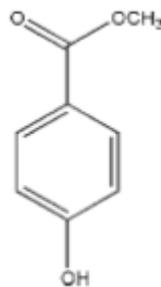
Triethanolamine secara luas digunakan dalam formula farmasi topikal terutama dalam pembentukan emulsi. Ketika dicampur dalam proporsi yang sama dengan asam lemak, seperti: asam stearat atau asam oleat, trietanolamin membentuk sabun anionik dengan pH sekitar 8, yang dapat digunakan sebagai zat pengemulsi untuk menghasilkan emulsi minyak dalam air yang berbutir halus dan stabil dan pembasa. Kegunaan umum sebagai buffer, pelarut dan sebagai humektan. Pemerianya adalah kental berwarna bening, tidak berwarna hingga kuning pucat cairan yang sedikit berbau amoniak⁴².



Gambar 2.5 Struktur kimia trietanolamin

Metil Paraben

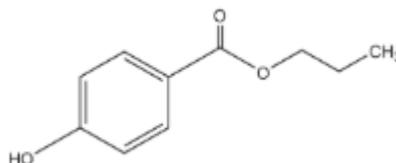
Methylparaben banyak digunakan sebagai pengawet antimikroba dalam kosmetika, produk pangan, dan formulasi farmasi. Dapat digunakan baik sendiri atau dalam kombinasi dengan paraben lain atau dengan agen antimikroba lainnya. Dalam kosmetik, methylparaben adalah pengawet antimikroba yang paling sering digunakan. Ia efektif pada rentang pH yang luas dan memiliki spektrum luas aktivitas antimikroba. Khasiat pengawet juga ditingkatkan dengan penambahan propilen glikol (2–5%). Methylparaben (0,18%) bersama dengan propilparaben (0,02%) telah digunakan untuk pengawetan berbagai obat parenteral. Pemerianaanya yaitu kristal tidak berwarna atau kristal putih bubuk, tidak berbau atau hampir tidak berbau dan memiliki sedikit rasa terbakar⁴²



Gambar 2.6 Struktur kimia metil paraben

Propil Paraben

Propilparaben banyak digunakan sebagai pengawet antimikroba dalam kosmetika, produk pangan, dan formulasi farmasi. Salah satu pengawet yang paling sering digunakan dalam kosmetik. Paraben lebih aktif pada ragi dan jamur dibanding bakteri, untuk bakteri ia lebih aktif terhadap gram positif dibandingkan gram negatif. Propilparaben berbentuk putih, kristal, tidak berbau, dan tidak berasa bubuk⁴².



Gambar 2.7 Struktur kimia propil paraben

Oleum Rosae

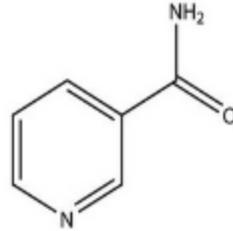
Nama lainnya yaitu minyak mawar, rose oil. Berasal dari tanaman *Rosa gallica* (L.), *Rosa damascena* (Niler), *Rosa alba* (L.), *Rosa centifolia* (L.) dan varietas *Rosa* lainnya. Kandungan senyawa ini yaitu geraniol, paraffin, nerol, eugenol. Manfaatnya sebagai bahan pewangi. Pemerianaannya cairan tidak berwarna atau berwarna kuning, bau aromatik seperti bunga mawar, rasa khas. Pada suhu 25°C kental, jika didinginkan perlahan-lahan berubah menjadi massa hablur, jika dipanaskan mudah melebur. Diperoleh melalui penyulingan uap bunga segar dan disimpan dalam wadah tertutup rapat⁴³.

Niacinamide

Niacinamide adalah senyawa amida vitamin B3 atau turunan piridin tersubstitusi yang merupakan konstituen penting dari koenzim oksidoreduksi nikotinamida adenin dinukleotida (NAD) dan nikotinamida adenin dinukleotida fosfat (NADP)¹⁸. Niacinamide (NA) senyawa alami yang banyak ditemukan pada tanaman dan tersedia secara komersial sebagai zat pemutih kulit pada produk kosmetik di Indonesia. NA mengurangi melanogenesis di kulit dengan menghambat transfer melanosome dari melanosit ke sekitar keratinosit. Terlebih lagi, NA melindungi kulit dari ROS dan berfungsi sebagai pembawa utama pada kulit, mencegah hilangnya kelembaban dengan meningkatkan produksi ceramides dan asam lemak. NA sangat stabil di bawah paparan radiasi UV, panas, oksigen, asam, dan basa⁴⁴.

Niacinamide telah diuji dapat membantu mengurangi efek oksidatif berbahaya (stres oksidatif) akibat polusi atau paparan debu¹⁵. Stres oksidatif dapat memicu kerusakan dan penuaan sel yang dapat menyebabkan photoaging (penuaan dini) akibat terlalu banyak terpapar sinar UV A dan UV B¹⁶. Niacinamide juga dapat memperbaiki garis wajah, keriput, bintik hiperpigmentasi, bercak merah pada wajah, elastisitas, meningkatkan produksi kolagen dan melindungi kulit dari sinar UV^{18,45}. Dalam penelitian belakangan ini dinyatakan bahwa penggunaan niacinamide mampu ditoleransi dengan baik oleh kulit, bahkan mampu menghasilkan dampak yang menguntungkan seperti menurunkan

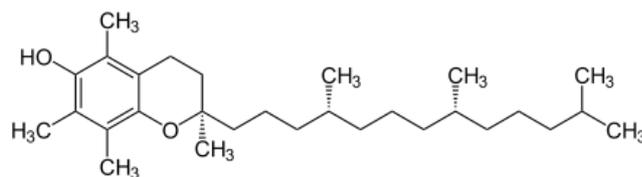
produksi sebum¹⁹ dan Mohiudin (2019)¹⁷ menyebutkan bahwa niacinamide dapat digunakan sebagai perlindungan matahari SPF 30.



Gambar 2.8 Struktur kimia niacinamide

α -Tokoferol

Dikenal sebagai sumber vitamin E, menunjukkan sifat antioksidan. α -tokoferol adalah senyawa yang sangat lipofilik, dan merupakan pelarut yang sangat baik untuk banyak obat yang sukar larut. Efektivitas antioksidan dapat ditingkatkan dengan penambahan sinergis yang larut dalam minyak seperti lesitin dan ascorbyl palmitate. α -tokoferol dapat digunakan dalam pengembangan liposom yang dapat dideformasi sebagai formulasi topikal. Pemerianaanya cairan berminyak yang jernih, tidak berwarna atau coklat kekuningan, kental. Dapat disimpan di bawah gas inert, kedap udara dan terlindung dari cahaya⁴². Konsentrasi yang digunakan pada sediaan topikal adalah 0,1-1%⁴⁶.



Gambar 2.9 Struktur kimia α -tokoferol

Dalam sebuah penelitian disebutkan α -tokoferol yang diaplikasikan secara topikal dapat mengurangi eritema, sel yang terbakar sinar matahari dan kerusakan kulit¹³. Studi klinis juga telah membuktikan bahwa perlindungan antioksidan dengan kombinasi vitamin E (α -tokoferol) menunjukkan peningkatan elastisitas dan kelembapan kulit dengan cara menghaluskan kulit, meningkatkan kemampuan stratum korneum untuk mempertahankan kelembapan, mempercepat epitelisasi, dan proteksi kulit¹⁴.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan mulai April sampai dengan Juni 2022 di Laboratorium Fakultas Peternakan, Universitas Jambi. Dan uji viskositas dilakukan di Laboratorium Penelitian Mikrobiologi Fakultas Farmasi, Universitas Adiwangsa Jambi.

3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit buah sukun (*Artocarpus altilis*). Pelarut untuk ekstraksi dan fraksinasi digunakan pelarut teknis dan destilat yang telah dimurnikan yaitu *n*-heksan (Brataco), diklorometan (Brataco), etil asetat (Brataco) dan metanol (Brataco). Bahan kimia untuk uji antioksidan digunakan serium sulfat ($Ce(SO_4)_2$), silika gel merk GF₂₅₄, plat KLT tipe 105554, etanol *p.a* (Brataco), Vitamin E (α -tokoferol), DPPH (Brataco). Bahan untuk formulasi yang digunakan yaitu setil alkohol (Brataco), asam stearat (Brataco), trietanolamin (Brataco), gliserin (Brataco), Olive Oil (Brataco), metil paraben (Brataco), propil paraben (B), oleum rosae, α -tokoferol, niacinamide, aquadest (Brataco), pati sukun dan sedian lotion komersil.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat gelas yang biasa digunakan di laboratorium kimia organis misalnya gelas beaker (pyrex), gelas ukur (pyrex), erlenmeyer (pyrex), alat-alat untuk maserasi, *rotary evaporator* merk labist, timbangan digital merk ohaus PX224, alat untuk fraksinasi digunakan kromatografi kolom vakum merk pyrex, pengisap gasing vakum, detector UV merk camag λ_{254} , kertas saring merk whattman, mikro pipet merk toppette pipettor, alat untuk formulasi dan evaluasi digunakan waterbath merk memmert, pH meter merk AZ 8651, oven merk memmert, cawan petri, mortal dan stamfer merk prammed, *freezer* dan viskometer *Brookfield*. Penentuan aktivitas antioksidan dan SPF digunakan spektrofotometer UV-Vis merk microplate reader nano star.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam berbagai tahapan yaitu dimulai dengan pengumpulan sampel, preparasi sampel, ekstraksi sampel dengan metode maserasi, fraksinasi ekstrak, uji aktivitas antioksidan fraksi, formulasi sediaan lotion, uji karakteristik sediaan, uji aktivitas antioksidan sediaan menggunakan metode DPPH dan mengukur nilai *Sun Protection Factor* (SPF) fraksi juga sediaan.

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Formulasi dan uji nilai SPF lotion fraksionat kulit buah sukun (*Artocarpus altilis*) dengan kombinasi niacinamide dan α -tokoferol dilakukan menggunakan delapan perlakuan yaitu: Formula 1 (fraksionat ekstrak diklorometan kombinasi NA 1%, α -tokoferol 1), formula 2 (fraksionat ekstrak diklorometan kombinasi NA 2%, α -tokoferol 0,8), formula 3 (fraksionat ekstrak diklorometan kombinasi NA 3%, α -tokoferol 0,6), formula 4 (fraksionat ekstrak diklorometan kombinasi NA 4%, α -tokoferol 0,4), formula 5 (fraksionat ekstrak diklorometan kombinasi NA 5%, α -tokoferol 0,2), K- (kontrol Negatif), basis dan K+ (kontrol positif) lalu dievaluasi mutu selama 4 minggu pada 3 suhu penyimpanan yang berbeda: suhu dingin (4°C), suhu ruang (25°C) dan suhu panas (40°C). Setiap evaluasi sediaan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali pengulangan.

Variabel yang diamati

Variabel yang diamati (variable terikat) yaitu evaluasi fisik sediaan pada tiga suhu yakni suhu dingin (4°C), suhu ruang (25°C) dan suhu panas (40°C) selama 4 minggu penyimpanan meliputi organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat, viskositas, aktivitas antioksidan dan nilai SPF yang dihasilkan fraksi dan sediaan. Sedangkan variabel bebasnya yaitu variasi konsentrasi zat tambahan NA (1% ; 2% ; 3% ; 4% dan 5%) dan α -tokoferol (1% ; 0,8% ; 0,6% ; 0,4% dan 0,2%).

Penyediaan Sampel

Sampel kulit buah sukun (*A. altilis*) diperoleh dari Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. Kulit buah sukun disortasi basah dipisahkan dari tangkai dan pengotor lainnya, dicuci, kulit buah sukun dipotong kecil, dikeringkan dengan bantuan oven, kemudian dihaluskan menggunakan *huller* hingga menjadi serbuk. Lalu dilakukan perhitungan rendemen dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat kulit buah sukun setelah dijemur}}{\text{Berat awal kulit buah sukun}} \times 100\%$$

Ekstraksi

Mengacu pada penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰, pembuatan ekstrak dilakukan dengan menggunakan metode maserasi bertingkat, serbuk dari kulit buah sukun dimasukkan dalam botol kemudian ditambahkan pelarut n-heksan (non-polar) dan dimaserasi selama 24 jam dengan sesekali dilakukan pengadukan, kemudian dilakukan remaserasi sebanyak 3 kali sehingga didapatkan ekstrak n-heksan dan residu (ampas), setelah ekstrak n-heksan dan residu disaring dikeringkan residu untuk dilakukan maserasi bertingkat dengan pelarut yang memiliki tingkat kepolaran lebih tinggi, yaitu diklorometan (semi polar), dilakukan maserasi selama 24 jam dengan sesekali diaduk dan diremaserasi selama 3 kali lalu didapatkan ekstrak diklorometan. Kemudian ekstrak ini dilakukan pemekatan menggunakan *rotary evaporator*. Dan dihitung rendeman dengan rumus :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak yang diperoleh}}{\text{Berat serbuk sampel yang diekstrak}} \times 100\%$$

Fraksinasi

Fraksinasi dilakukan menggunakan metode kromatografi kolom vakum (KKV) dengan cara menyiapkan kolom dan diisi dengan silika gel kemudian dimampatkan dengan bantuan vakum agar tidak terdapat rongga dan ekstrak diklorometan terpisahkan dengan baik. Kemudian diletakkan kertas saring diatas silika. Setelah itu ekstrak kental diklorometan kulit buah sukun dilakukan impregnasi diatas silika gel kasar dan diatas ekstrak diletakkan kertas saring. Kolom dielusi menggunakan eluen atau pelarut n-heksan : etil asetat dengan perbandingan (10:1) ; (8:1) ; (5:1) ; (1:1) ; (1:2) ; (1:3) ; (1:4) ; (1:5) ; (1:6) ; (1:7) ; (1:8) dan etil asetat 100% sebanyak 100 ml. Kemudian untuk analisa semua

fraksi menggunakan KLT untuk melihat dan mengelompokkan berdasarkan pola noda. Fraksi dengan pola noda yang sama digabungkan lalu diuapkan dengan *rotary evaporator* dan ditimbang bobotnya. Fraksi yang diperoleh selanjutnya dilakukan uji aktivitas antioksidan dan SPF untuk kemudian diformulasikan dalam sediaan farmasi bentuk lotion¹⁰.

Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi dari Ekstrak Diklorometan

Uji aktivitas antioksidan merujuk pada metode yang dikembangkan oleh Shekar dan Anju (2014)⁴⁷ dan metode penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰:

- Pembuatan Pereaksi DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) 0,1 mM.

Ditimbang 25 mg DPPH (BM=394,32) lalu dilarutkan dalam 630 ml etanol p.a.

- Pembuatan Larutan Blanko. Larutan DPPH 0,1 mM yang telah dibuat sebelumnya kemudian dipipet sebanyak 3 ml. Dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap kemudian diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 517 nm. Didapatkan nilai absorbansi kemudian nilai absorbansi dari larutan DPPH ini digunakan sebagai nilai absorbansi larutan blanko.

- Pembuatan Larutan Sampel dan Kontrol Positif. Larutan induk sampel dan kontrol positif (α -tokoferol) dibuat dalam konsentrasi 1000 ppm dengan melarutkan 10 mg sampel atau positif kontrol dalam etanol sampai volumenya mencapai 10 mL. Kemudian larutan sampel dan kontrol positif 1000 ppm masing-masing dipipet sebanyak 0,1 ml; 0,15 ml; 0,2 ml; 0,25ml dan 0,3 ml. Ditambahkan etanol sampai volumenya menjadi 1 ml hingga konsentrasinya menjadi 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm dan 300 ppm.

- Uji antioksidan sampel dan kontrol positif. Sebanyak 0,3 ml larutan sampel dengan konsentrasi (300, 250, 200, 150 dan 100 ppm) lalu ditambahkan 2,7 mL larutan DPPH sehingga larutan akhir sampel berubah menjadi konsentrasi 30, 25, 20, 15 dan 10 ppm. Dibiarkan ditempat gelap selama 30 menit lalu diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 517 nm. Untuk kontrol positif dilakukan sama dengan perlakuan sampel.

Uji Nilai *Sun Protection Factor* (SPF)

Sampel diambil sebanyak 1 gram, dilarutkan dalam etanol 96% sebanyak 100 mL dicampur hingga homogen. Sebanyak 5 mL larutan dipindahkan ke dalam labu ukur dan ditambah etanol sampai 25 mL. Sebelumnya spektrofotometer dikalibrasi dengan menggunakan etanol 96%, caranya etanol sebanyak 1 mL dimasukkan kedalam kuvet kemudian kuvet tersebut dimasukkan dalam spektrofotometer UV-Vis untuk proses kalibrasi. Kemudian membuat kurva serapan uji dalam kuvet, dengan panjang gelombang antara 290-320 nm, gunakan etanol 96% sebagai blanko kemudian tetapkan serapan rata-ratanya dengan interval 5 nm. Hasil absorbansi dicatat, kemudian dihitung nilai SPFnya⁴⁸.

Nilai SPF dianalisis menggunakan metode Mansur

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Keterangan:

EE = *Erythema effect spectrum* (spektrum efek eritema)

I = *Solar intensity spectrum* (spektrum intensitas sinar)

Abs = *Absorbance of sunscreen product* (absorbansi)

CF = *Correction factor* (=10)

Nilai EE x I adalah konstan dan ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Nilai EE (*Erythema effect spectrum*) x I (*Solar intensity spectrum*)

| No. | Panjang Gelombang (λ) | EE x I |
|-------|---------------------------------|--------|
| 1 | 290 | 0,0150 |
| 2 | 295 | 0,0817 |
| 3 | 300 | 0,2874 |
| 4 | 305 | 0,3278 |
| 5 | 310 | 0,1864 |
| 6 | 315 | 0,0839 |
| 7 | 320 | 0,0180 |
| Total | | 1 |

Pembuatan Pati Sukun

Dikupas buah sukun (*A. altilis*) hingga bersih lalu dipotong kecil-kecil. Potongan buah diparut hingga menjadi bubur kasar. Bubur yang diperoleh dicampurkan dengan air bersih sambil diaduk atau diulen guna mengeluarkan pati. Kemudian diperas untuk memisahkan ampasnya menggunakan kain saringan. Diulangi penyaringan hingga semua pati larut dan biarkan pati mengendap selama beberapa jam, perhatikan lapisan air diatas. Semakin jernih air, semakin baik sedimentasinya. Setelah diendapkan, air sedimen dibuang. Lalu pati dikeringkan dalam oven suhu 45°C selama 24 jam. Pati kering yang diperoleh diayak dengan ayakan mesh 200¹⁰.

Rancangan Formulasi Lotion

Rancangan Formulasi pada penelitian ini merupakan pengembangan dari formula yang mengacu pada penelitian Sari *et al* (2021)^{10,46,49} dan dibuat dalam jumlah 100 gram. Dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 3.2 Formulasi lotion

| Formula Lotion | FI (%) | FII (%) | FIII (%) | FIV (%) | FV (%) | K- | B | K+ | Fungsi |
|--|--------|---------|----------|---------|--------|-------|-------|---------------------|-----------------|
| Niacinamide | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | - | - | | Antioksidan |
| α -tokoferol | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | - | - | | Antioksidan |
| Fraksionat diklorometan kulit buah sukun | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | - | Lotion | Zat aktif |
| Setil alkohol | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | Komersial | Agent pengental |
| Asam stearat | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Merk X | Emulgator |
| Trietanolamin | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | dengan | Surfaktan |
| Gliserin | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | kandungan | Humektan |
| Olive oil | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | Niacinamide | Emolien |
| Metil paraben | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | dan | Pengawet |
| Propil paraben | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | α -tokoferol | Pengawet |
| Oleum rosae | q.s | q.s | q.s | q.s | q.s | q.s | q.s | | Pewangi |
| Pati sukun | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | Pelembut |
| Aquadest | ad100 | ad100 | ad100 | ad100 | ad100 | ad100 | ad100 | | Pelarut |

Keterangan:

- F1 : Formula 1 kombinasi NA 1% dan α -tokoferol 1%
 F2 : Formula 2 kombinasi NA 2% dan α -tokoferol 0,8%
 F3 : Formula 3 kombinasi NA 3% dan α -tokoferol 0,6%
 F4 : Formula 4 kombinasi NA 4% dan α -tokoferol 0,4%
 F5 : Formula 5 kombinasi NA 5% dan α -tokoferol 0,2%
 K- : Formula tanpa kombinasi NA dan α -tokoferol
 B : Formula tanpa fraksi, NA dan α -tokoferol
 K+ : Lotion merk X kombinasi NA dan α -tokoferol

Pembuatan Sediaan Lotion

Pembuatan lotion fraksionat kulit buah sukun dengan konsentrasi fraksionat 0,9% dimulai dengan penyiapan alat dan bahan, bahan-bahan yang larut minyak (asam stearat, setil alcohol, olive oil dan propil paraben) dimasukkan kedalam cawan porselen lalu dipanaskan dan diaduk hingga larut pada suhu 70°C (massa A) bahan-bahan larut air (trietanolamin, gliserin, aquadest dan metil paraben) dimasukkan kedalam cawan porselen lalu dipanaskan dan diaduk hingga larut pada suhu 70°C (massa B), kemudian massa A dan massa B dicampurkan dalam lumpang panas sambil diaduk hingga kedua fase homogen hingga terbentuk basis lotion. Tambahkan oleum rosae, fraksionat ekstrak diklorometan kulit buah sukun, α -tokoferol dan niacinamide berdasarkan konsentrasi formula sedikit demi sedikit kedalam basis lotion aduk hingga homogen, lalu dimasukkan pati sukun dalam sediaan dan aduk homogen sampai terbentuk sediaan lotion. Kemudian dimasukkan kedalam wadah¹⁰.

Uji Karakteristik Fisik

Mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al* (2021)¹⁰ dan Lismiati *et al* (2021)⁵⁰, uji karakteristik fisik terdiri dari :

- **Pemeriksaan Organoleptis**, pemeriksaan fisik menggunakan sistem indera yang meliputi pengamatan warna, bau dan bentuk yang diamati secara visual pada sediaan lotion. Uji ini digunakan sebagai indikator kualitatif kestabilan fisik sediaan yang berhubungan dengan kenyamanan pemakaian sediaan oleh konsumen.

- **Pemeriksaan Homogenitas**, pada uji ini sampel dioleskan lotion pada cawan petri bersih dan kering sebanyak 1 gram kemudian ditimpa dengan bagian bawah cawan petri satunya, apabila sediaan itu dinyatakan homogen apabila menunjukkan susunannya tidak terlihat atau tidak terdapat partikel-partikel kasar.

- **Pemeriksaan pH**, dengan cara mencelupkan pH meter kedalam sediaan lotion, pengukurannya dilakukan menggunakan pH meter. Sediaan lotion dinyatakan baik apabila memenuhi syarat pH dari produk pelembab kulit yaitu berkisar dari 4,5-8,00.

- **Pemeriksaan Daya Sebar**, ditimbang lotion sejumlah 0,1 gram kemudian lotion tersebut ditaruh pada bagian tengah plat transparan, setelah itu dengan kaca bulat ditutup diatas lotion, kemudian selama satu menit dibiarkan baru diameternya diukur penyebaran lotion, selanjutnya seberat 50 gram beban ditambahkan dikaca atas penutup selama satu menit dibiarkan dan diameter menyebarnya lotion dicatat, diukur luas penyebarannya menggunakan jangka sorong digital. Tiap perlakuan selanjutnya ditambahkan beban sebanyak 50 gram, kemudian dicatat hasil diameter menyebarnya lotion. Lotion yaang baik memenuhi syarat daya sebar nya jika berada pada rentang kisaran 5-7 cm.

- **Uji Daya Lekat**, pada object glass diletakkan sebanyak 0,25 gram lotion dan ditutup dengan object glass lain, dengan tekanan dan diberi beban seberat 1 kg dengan waktu 5 menit, kemudian diangkat beban dari *object glass* dan dipisahkan antara kedua *object glass* dan dicatat waktu pisah antara keduanya. Diukur dengan menggunakan alat berupa stopwatch. Daya lekat yang baik lebih dari 1 detik.

- **Uji Viskositas**, menggunakan alat *Viskometer Brookfield*. Dimana sediaan ditaruh dibawah spindle kemudian dijalankan alat viscometer untuk *scanning* mengetahui nomor spindle dan kecepatan rpm yang digunakan. Setelahnya alat akan melakukan pengerjaan dengan pembacaan pada viskometer sehingga diketahui nilai viskositas sediaan.

3.4 Analisis Data

Data hasil uji aktivitas antioksidan dianalisis dengan menggunakan *Inhibition Concentration 50%* (IC₅₀). Nilai IC₅₀ dihitung berdasarkan nilai absorbansi dari larutan uji digunakan untuk mengetahui %inhibisinya terhadap radikal DPPH berdasarkan persentase dari larutan uji dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Nilai IC₅₀ dapat dihitung dari persamaan regresi linear yang didapat dari kurva hubungan antara konsentrasi (sumbu x) dengan %inhibisi (sumbu y) setelah itu dilakukan persamaan regresinya $y=ax+b$. Sedangkan nilai SPF dihitung menggunakan metode Mansur, yaitu :

$$\text{SPF} = \text{CF} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

Keterangan:

EE = *Erythematous effect spectrum* (spektrum efek eritema)

I = *Solar intensity spectrum* (spektrum intensitas sinar)

Abs = *Absorbance of sunscreen product* (absorbansi)

CF = *Correction factor* (=10)

Untuk data hasil uji evaluasi sifat fisik sediaan yakni meliputi uji organoleptis, homogenitas dilakukan secara deskriptif. Sedangkan hasil uji pH, daya sebar, viskositas dan daya lekat dianalisis dengan statistik yaitu Two Way Anova, jika terdapat perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji lanjut yaitu uji duncan. Setelah itu menentukan atau mencari 1 formula terbaik dengan sifat fisik yang baik dan mempunyai nilai SPF yang tinggi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi dan Penyediaan Sampel

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian pengembangan yang telah dilakukan sebelumnya oleh Sari *et al* (2021) menggunakan tanaman sukun (*Artocarpus altilis*) yang berasal dari famili Moraceae. Tanaman diidentifikasi di Herbarium Universitas Andalas, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas dengan hasil determinasi tanaman yang digunakan merupakan tanaman sukun (*Artocarpus altilis*) yang dapat dilihat pada (Lampiran 2). Tanaman sukun yang digunakan diperoleh dari Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi.

Bagian yang digunakan pada penelitian ini yaitu kulit buah sukun. Karakteristik buah yang diambil yaitu buah mengkal yang tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua, yang ditandai dengan warna hijau permukaan kulit sebagian besar diselimuti dengan getah. Alasan pemilihan bagian tanaman ini karena pada penelitian Dewi (2018)⁹ dilakukan perbandingan antara kulit akar, kulit batang, teras kayu, ranting, daun, bonggol, kulit buah dan daging buah, namun yang mengandung senyawa fenolik, flavonoid dan alkaloid hanya daun dan kulit buah. Pemilihan kulit buah karena jaringannya lebih sederhana sehingga memudahkan proses isolasi, mengurangi limbah dan tidak mengganggu kelangsungan hidup tanaman sukun.

Penyediaan sampel yaitu dengan cara mengumpulkan seluruh buah sukun yang diperoleh yaitu sekitar 148 buah, selanjutnya kulit buah sukun dipisahkan dari daging buah hingga diperoleh kulit buah sukun basah sebanyak 35 kg tujuannya karena kulit buah sukun merupakan bahan utama pada proses ekstraksi atau yang akan diteliti nantinya. Selanjutnya dilanjutkan dengan sortasi basah yaitu pemilahan kulit buah sukun yang masih segar tujuannya untuk memisahkan bagian tanaman terhadap tanah, kerikil atau bagian lain yang tidak digunakan maupun rusak⁵¹.



Gambar 4.1 Penyediaan sampel buah sukun (*Artocarpus altilis*)

(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Setelah itu dilanjutkan dengan pencucian kulit buah sukun untuk membersihkan kotoran yang melekat terutama bahan yang berasal dari tanah dan yang tercemar pestisida. Kemudian perajangan, yaitu pengecilan ukuran untuk mempermudah proses pengeringan, diperoleh hasil setelah perajangan sebanyak 41,5 kg. Proses pengeringan dilakukan dibawah sinar matahari karena banyaknya sampel yang digunakan sehingga proses ini lebih efektif dilakukan dibawah sinar matahari langsung selama 3 hari yang ditandai dengan berat konstan⁵¹.

Sortasi kering dilakukan setelah pengeringan, tujuannya untuk menjaga kualitas kulit buah sukun seperti membersihkan dari kotoran yang masih tertinggal dan diperoleh berat simplisia 8 kg. Dan dilakukan penghalusan menggunakan alat *grinder* tujuannya untuk memperoleh serbuk simplisia halus yang kemudian dilanjutkan dengan proses ekstraksi, diperoleh berat simplisia setelah dihaluskan dan diayak sebanyak 8 kg yang dapat dilihat pada Lampiran 3.

Selanjutnya dihitung nilai rendemen simplisia, dimana rendemen adalah perbandingan berat kering yang dihasilkan sampel dengan berat awal sampel dan nilai rendemen yang baik lebih dari 10% karena semakin tinggi rendemen maka semakin tinggi kandungan zat yang tertarik pada bahan baku⁵². Diperoleh rendemen simplisia sebesar 19,27%.

4.2 Ekstraksi Sampel

Proses ekstraksi pada penelitian ini digunakan metode maserasi bertingkat yaitu teknik pemisahan atau menarik satu senyawa bioaktif (analit) menggunakan pelarut yang sesuai dengan cara berulang kali sehingga analit terekstraksi sempurna tujuannya untuk melunakkan dinding sel sehingga terjadi pelepasan

senyawa bioaktif yang diinginkan²⁴. Pemilihan metode ini selain murah dan mudah juga didasari pada penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰ telah diketahui bahwa senyawa bioaktif yang akan diambil adalah senyawa flavonoid yang sifatnya polar sehingga senyawa yang sifatnya non polar tidak lagi dibutuhkan juga flavonoid yang sifatnya tidak tahan panas (<50°C) sehingga dikhawatirkan akan terjadi dekomposisi (hancur), mengalami perubahan struktur dan menghasilkan ekstrak yang rendah jika digunakan metode ekstraksi yang lainnya.

Pada ekstraksi pertama digunakan pelarut n-heksan yang sifatnya non polar (0,009) dilanjutkan dengan pelarut diklorometan yang sifatnya semi polar (0,309) karena proses ekstraksi bertingkat harus dilakukan dari tingkat kepolaran terendah. Tujuan penggunaan pelarut n-heksan yaitu untuk melarutkan lilin atau getah dari kulit buah sukun. Getah atau lilin termasuk zat yang dapat mengganggu penarikan flavonoid dan ia larut dalam senyawa non polar sehingga lilin yang terdapat dalam kulit buah sukun dapat larut bersama n-heksan selama proses maserasi (*like dissolve like*). Seperti halnya getah dapat larut dengan minyak tanah (non polar).

Proses ekstraksi dilakukan selama 48 jam dengan sesekali pengadukan (setiap 8 jam selama 5 menit) dan diremaserasi 3 kali tujuannya untuk mengurangi galat (pengotor) hingga diperoleh ekstrak n-heksan dan residu (ampas). Dan semakin lama waktu ekstraksi semakin banyak solute (zat terlarut) yang terlarut dalam solvent (zat pelarut). Waktu maserasi yang terlalu singkat akan mengakibatkan tidak semua senyawa fitokimia larut dalam pelarut yang digunakan⁵³.



Gambar 4. 2 Proses ekstraksi kulit buah sukun (*Artocarpus altilis*)
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Sebelum penyaringan, dilakukan dekantasi terlebih dahulu agar endapan (residu) tinggal di dasar bejana. Setelah residu diperoleh, ekstrak n-heksan dapat dibuang atau didestilasi untuk memperoleh pelarut n-heksan destilat yang dapat digunakan untuk proses fraksinasi.

Residu dikering-anginkan sebelum lanjut proses ekstraksi selanjutnya dengan diklorometan, tujuannya untuk meningkatkan kepolaran, karena jika tidak dikhawatirkan kepolaran diklorometan akan menurun sebab bercampur dengan sisa pelarut n-heksan yang sifatnya non polar. Setelah ekstraksi diklorometan selesai dilakukan evaporasi untuk memperoleh ekstrak kental, tujuan evaporasi yaitu untuk memekatkan sampel sehingga tidak ada lagi pelarut yang tersisa (menguap) dan diperoleh berat ekstrak kental diklorometan kulit buah sukun sebanyak 140,8 gram dengan nilai rendemen sebesar 1,76%.

Adapun penggunaan pelarut diklorometan karena pada penelitian yang telah dilakukan Dewi (2018)⁹ dengan membandingkan pelarut yang digunakan untuk ekstraksi, diketahui bahwa rendemen ekstrak diklorometan paling tinggi dibandingkan dengan pelarut n-heksan, etil asetat dan methanol dengan nilai berurutan 1,2%, 0,8%, 0,63% dan 1%. Sehingga dapat diketahui juga kulit buah sukun memiliki sifat semi polar. Selain itu, nilai IC_{50} untuk ekstrak diklorometan termasuk dalam sangat baik <50 yaitu sebesar 20,98%. Diklorometan juga dapat menarik senyawa-senyawa fenol, terpenoid, aglikon, glikosida dan juga alkaloid.

4.3 Fraksinasi

Proses fraksinasi (penarikan senyawa ekstrak dengan dua pelarut yang tak saling bercampur) digunakan Kromotografi Cair Vakum (KCV) dapat dilihat pada Lampiran 3 dan gambar dibawah ini:



Gambar 4.3 Proses fraksinasi menggunakan KCV
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Alasannya karena cara ini lebih akurat sehingga ekstrak akan terpisah dan terbagi menjadi beberapa fraksi berdasarkan eluen (zat pembawa) yang sesuai. Adapun untuk eluen (fase gerak) yang digunakan yaitu n-heksan dan etil asetat. Alasannya seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa ekstrak kulit buah sukun memiliki sifat non polar cenderung ke semi polar sehingga eluen yang cocok yaitu eluen non polar (n-heksan) dan eluen semi polar (etil asetat) yang dibuktikan pada penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰ bahwa eluen yang menghasilkan rendemen paling tinggi yaitu eluen n-heksan dan etil asetat sebesar 11,85% dan kedua eluen ini menghasilkan pola pemisahan yang paling baik daripada eluen lain juga jarak antar noda terpisah dengan baik.

Sebelum proses elusi (menyingkirkan analit (target analisis) dari adsorben (zat penyerap/silica gel) dengan mengalirkan eluan (pelarut)), dilakukan impregnasi terlebih dahulu tujuannya agar sampel yang akan difraksinasi dapat tersebar dengan homogen dan diharapkan hasil pemisahannya baik⁵⁴. Setelahnya disiapkan kolom vakum dengan diameter 14 cm karena sampel yang dipisahkan dalam jumlah banyak, sehingga membutuhkan luas permukaan yang besar agar pemisahan dapat terjadi secara optimal.

Silika gel yang digunakan sebagai fasa diam yaitu silika halus ukuran 200-400 mesh, karena untuk meminimalisir terjadinya proses difusi yang akibatnya saat melintasi kolom molekulnya akan menyebar ke belakang dan ke depan selain itu juga sulit dimampatkan sehingga masih terdapat ruang kosong pada kolom yang dapat mengakibatkan pemisahan yang buruk. Alasan pemilihan silika gel GF

karena hasil pengembangan bercak GF₂₅₄ mampu berfluoresensi dengan baik pada sinar UV dengan panjang gelombang 254⁵⁵. Jumlah silika yang digunakan sebanyak 200 gram atau $\pm\frac{3}{4}$ tinggi kolom, jika silika gel terlalu sedikit dikhawatirkan pemisahan zat tidak optimal dan jika terlalu banyak maka akan sulit untuk mengalirkan eluen ke dalam kolom karena tidak ada ruang yang tersisa.

Hasil impregnasi dari ekstrak diklorometan kulit buah sukun dimasukkan setelah pemampatan fase diam dengan tinggi 1 cm, karena semakin tipis penarikan atau pemisahan senyawa bioaktifnya akan semakin baik dan tidak memerlukan waktu yang lama dalam perjalanannya melewati fase diam.

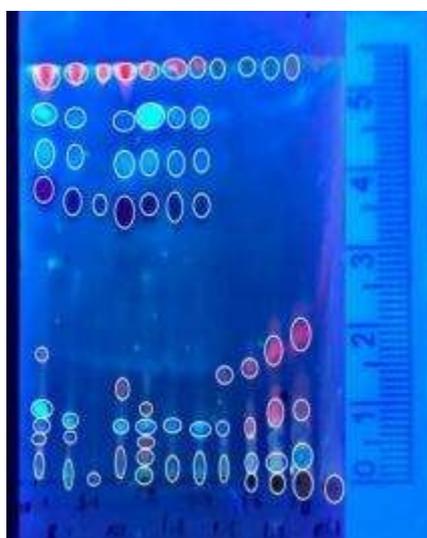
Proses pemisahan dengan metode KCV ini menggunakan eluen dengan tingkat kepolaran berbeda-beda dimulai dari tingkat kepolaran terendah-tertinggi. Hasil dari analisis noda yang terlihat menjadi pertimbangan pemilihan eluen. Eluen yang digunakan pada proses fraksinasi ini adalah pengembangan dari penelitian sebelumnya menjadi 12 perbandingan yaitu eluen n-heksan : etil asetat (10:1) ; (8:1) ; (5:1) ; (1:1) ; (1:2) ; (1:3) ; (1:4) ; (1:5) ; (1:6) ; (1:7) ; (1:8) dan etil asetat 100% sebanyak 100 mL dengan pengulangan hingga diperoleh fraksi tak berwarna yang artinya tidak terdapat senyawa bioaktif didalamnya. Fase gerak mengalir akibat gaya dorong gravitasi dimana senyawa terlarut bergerak dengan laju berbeda, memisah dan diperoleh fraksi yang keluar dari kolom⁵⁴.

Fraksi yang diperoleh dari hasil KCV diperoleh sebanyak 34 botol dengan total 12 fraksi, masing-masing hasil fraksi dianalisis pola noda yang terbentuk dengan KLT. Analisis dengan KLT tujuannya untuk memisahkan senyawa bioaktif campuran menjadi murni berdasarkan kepolarannya atau untuk mengetahui jumlah komponen utama dalam fraksi. Karena senyawa bioaktif yang ingin dilihat senyawa fenolik maka bercak dilihat dibawah sinar UV panjang gelombang 254 nm dan untuk memperjelas noda maka dapat disemprotkan reagen penampak yaitu serum sulfat sehingga akan memberikan warna kuning pada plat KLT nya, sedangkan yang bukan senyawa flavonoid akan hilang jika ditetesi reagen serum sulfat.

Eluen yang digunakan pada proses KLT mulai dari n-heksan, diklorometan, etil asetat, metanol dan air diperoleh perbandingan eluen yang sesuai dan memberikan pola noda terbaik dan jarak pemisahan yang baik pula yaitu eluen diklorometan : methanol (10:1), dapat dilihat pada Lampiran 3.

Setelah diperoleh eluen yang sesuai, chamber berisi eluen dijenuhkan tujuannya untuk mempercepat proses pengembangan atau untuk menyamaratakan tekanan uap (menghilangkan uap) dari fase gerak sehingga pemisahan dapat berjalan dengan baik. Pada saat penotolan sampel tidak boleh terlalu pekat karena pemisahannya akan sulit sehingga diperoleh bercak yang berekor, penotolan harus tepat sehingga didapat bercak dengan pemisahan yang baik dan jelas⁵⁵.

Seluruh fraksi ditotolkan pada plat KLT dengan jarak dasar plat 2 cm jarak penotolan sampel dan jarak antar fraksi 1 cm, hal ini bertujuan agar totolan tidak terendam oleh fase gerak sedangkan jarak penotolan fraksi agar tidak terjadi penumpukan bercak pada saat pengembangan. Senyawa yang bersifat lebih polar akan lebih mudah terabsorpsi pada fase diam sedangkan senyawa yang bersifat non polar akan bergerak lebih jauh bersama fase gerak.



Gambar 4.4 Hasil uji KLT

(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Faktor retardasi (*Retardation factor*=Rf) adalah parameter yang digunakan untuk menggambarkan migrasi senyawa dalam KLT. Nilai Rf merupakan parameter yang menyatakan posisi noda pada fase diam setelah dielusi. Penentuan

harga Rf analit, yaitu membandingkan jarak migrasi noda analit dengan jarak migrasi fase gerak/eluen⁵⁶.

Dalam bukunya yang berjudul Kromatografi Lapis Tipis yang ditulis oleh Wulandari (2011), disebutkan bahwa nilai Rf berkisar antara 0 dan 1 dan nilai Rf terbaik antara 0,2-0,8 untuk deteksi UV. Pada Rf kurang 0,2 belum terjadi kesetimbangan antara komponen senyawa dengan fase diam dan fase gerak sehingga bentuk noda biasanya kurang simetris. Sedangkan pada Rf diatas 0,8 noda analit akan diganggu oleh absorbansi pengotor lempeng fase diam yang teramati pada visualisasi dengan lampu UV. Rf yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 0,31-0,53 yang artinya masih termasuk rentang Rf yang baik dan komponen senyawa fase gerak dan fase diamnya setimbang (bentuk noda simetris). Perhitungan Rf dapat dilihat pada Lampiran 4.

Selanjutnya semua fraksionat dianalisis kompleksitas kandungan metabolit sekundernya menggunakan KLT yang direpresentasikan dari pola noda yang teramati dan fraksionat yang memiliki pola noda sama dikelompokkan menjadi satu fraksi¹⁰, lalu dievaporasi tujuannya untuk menghilangkan eluen yang masih bercampur dengan senyawa bioaktif yang dibutuhkan yaitu flavonoid. Berat fraksi yang didapatkan dari proses KCV yaitu sebanyak 113,1 gram. Hasil pengelompokan fraksi berdasarkan pola noda dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 4.1 Hasil KCV fraksi ekstrak diklorometan kulit buah sukun

| Fraksi | Perbandingan Eluen (n-heksan : etil asetat) | Berat (gram) | Rendemen (%) |
|---------------|--|---------------------|---------------------|
| 1 | 10:1 – 1:4 | 96,8 | 4,61% |
| 2 | 1:5 – 1:8 | 10,2 | 0,85% |
| 3 | Etil asetat 100% | 6,1 | 2,03% |

Dari tabel diatas diketahui fraksi 1 menghasilkan rendemen terbesar yang selanjutnya dari ketiga fraksi dilakukan uji aktivitas antioksidan untuk melihat fraksi mana yang memiliki aktivitas yang paling baik dan memiliki tingkat keaktifan yang paling tinggi, jika dibandingkan dengan kontrol positif yaitu α -tokoferol (Vitamin E) untuk selanjutnya fraksi terbaik akan digunakan dalam proses pembuatan sediaan lotion.

4.4 Uji Aktivitas Antioksidan Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun

Pada uji antioksidan digunakan metode DPPH karena sederhana, mudah, cepat, peka dan hanya membutuhkan DPPH, senyawa pembanding (Vitamin A, Vitamin E dan Vitamin C) dan sampel dalam jumlah sedikit saja³². Senyawa pembanding yang digunakan dalam penelitian ini adalah Vitamin E karena berlandaskan pada penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰ yang menggunakan vitamin E sebagai senyawa pembanding alasan lainnya karena fraksi ekstrak kulit buah sukun termasuk dalam senyawa semi polar karena vitamin E sendiri hanya memiliki 1 gugus hidroksil (semi polar), sedangkan vitamin C (polar) memiliki 4 gugus hidroksil dan vitamin A (non polar) tidak memiliki gugus hidroksil. Semakin banyak gugus hidroksil maka semakin banyak elektron bebas berpasangan yang artinya semakin polar.

Adapun alasan tidak memilih vitamin A sebagai pembanding karena dari penelitian yang dilakukan Lung dan Destiani (2018)³² diketahui bahwa nilai rata-rata IC₅₀ vitamin A tidak terlalu bagus yaitu 159,8 sedangkan rata-rata IC₅₀ untuk vitamin E 21,759 (sangat baik). Sehingga alasan inilah pemilihan vitamin E sebagai senyawa pembanding.

Pada pembuatan blanko, larutan DPPH harus didiamkan terlebih dahulu (*Operating Time*). *Operating time* atau waktu operasional adalah waktu di mana senyawa yang menyerap sinar mempunyai serapan yang stabil. Lama pengukuran metode DPPH menurut beberapa literatur yang direkomendasikan sangat bervariasi yaitu 5 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 60 menit³⁵. Pada penelitian ini digunakan waktu 30 menit mengacu pada penelitian Sari *et al* (2021) dan Lismiati *et al* (2021)^{10,50} yang menggunakan *operating time* selama 30 menit.

Pembuatan sampel maupun pembuatan larutan blanko (untuk mengetahui besarnya serapan oleh zat yang bukan analit/target analisis) dilakukan pengenceran dengan tujuan agar konsentrasi larutan menjadi berkurang atau semakin kecil sehingga akan menurunkan laju tumbukan gesekan antar molekul.



Gambar 4.5 Pembuatan larutan sampel pada uji antioksidan
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Ketiga fraksi dilakukan uji aktivitas antioksidannya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 517 yang merupakan panjang gelombang maksimum DPPH. Panjang gelombang maksimum ini memberikan serapan paling maksimal dan memberikan kepekaan paling besar³⁴.

Saat larutan sampel ditambahkan dengan larutan blanko akan terjadi perubahan warna sesuai dengan prinsip pengukuran aktivitas antioksidan yaitu radikal bebas DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan akan memberikan warna ungu. Warna akan berubah menjadi kuning saat elektronnya berpasangan. Perubahan intensitas warna ungu ini terjadi karena adanya peredaman radikal bebas yang dihasilkan oleh bereaksinya molekul DPPH dengan atom hidrogen yang dilepaskan oleh molekul senyawa sampel sehingga terbentuk senyawa 2,2-diphenyl-1-pikrilhidrazine dan menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari ungu ke kuning. Perubahan warna ini akan memberikan perubahan absorbansi pada panjang gelombang spektrofotometer UV-Vis sehingga akan diketahui nilai aktivitas peredaman radikal bebas (IC_{50} /Inhibitory Concentration). Semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas peredaman radikal bebas semakin tinggi atau antioksidannya semakin baik³⁴.

Untuk hasil uji aktivitas antioksidan fraksi dari ekstrak diklorometan kulit buah sukun menggunakan DPPH dapat dilihat pada tabel 4.2. dan Lampiran 5.

Tabel 4.2 Nilai IC₅₀ antioksidan fraksionat diklorometan kulit buah sukun

| Fraksi 1 | Fraksi 2 | Fraksi 3 | Kontrol+ (α -Tokoferol) |
|------------------|------------------|-----------------|------------------------------------|
| 38.61 \pm 0.16 | 44.68 \pm 0.14 | 52.35 \pm 0.2 | 20.67 \pm 0.06 |

Berdasarkan tabel hasil uji aktivitas antioksidan dari ketiga fraksi diketahui bahwa fraksi 1 memiliki nilai antioksidan terbaik dengan nilai IC₅₀ sebesar 38,61 ppm diikuti fraksi 2 dengan nilai IC₅₀ sebesar 44,68 ppm dan fraksi 3 dengan nilai IC₅₀ sebesar 52,35 ppm. Meskipun ketiga fraksi memiliki nilai yang lebih rendah dari vitamin E yaitu IC₅₀ 20,67 ppm namun masih tergolong kedalam kekuatan sangat kuat karena IC₅₀ < 50³⁵. Menurut penelitian Rizkayanti *et al* (2017)³⁴ hal ini dapat disebabkan karena 3 faktor, yaitu :

- (1) Kurang baiknya pembuatan deret konsentrasi larutan
- (2) Instrument (spektrofotometer UV-VIS) yang tidak dikalibrasi dengan benar
- (3) Pengotor dalam tabung reaksi yang digunakan sebagai tempat awal larutan

Dari hasil ini diketahui bahwa fraksi kulit buah sukun mengandung antioksidan yang sangat baik sejalan dengan penelitian Lestari *et al* (2021)¹⁰ dan Lismiati *et al* (2021)⁵⁰, yang melakukan uji aktivitas antioksidan pada kulit buah sukun dan memperoleh nilai IC₅₀ sangat tinggi yaitu 28,44 ppm. Selain itu, Sholikha *et al* (2021)⁵⁷ yang melakukan uji aktivitas antioksidan namun pada daun sukun dengan nilai IC₅₀ sangat tinggi yaitu 31,25 ppm sebagai bukti lainnya.

Dari uji pendahuluan yang telah dilakukan (uji fitokimia untuk flavonoid dan uji KLT), diketahui fraksi diklorometan kulit buah sukun mengandung senyawa flavonoid yang ditandai pada uji flavonoid warna zat berubah menjadi jingga kecoklatan dan pada uji KLT noda yang terbentuk berwarna jingga kecoklatan yang menandakan fraksi mengandung senyawa flavonoid.

Menurut penelitian yang dilakukan Cahyani dan Agitya (2021)⁵⁸, mekanisme kerja flavonoid sebagai antioksidan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Bekerja secara langsung dengan mendonorkan ion hidrogen sehingga dapat menstabilkan radikal bebas yang reaktif. Dalam penelitian lain disebutkan flavonoid memiliki kemampuan sebagai antioksidan

karena mampu mentransfer elektron ke senyawa radikal bebas dan dapat membentuk kompleks yang sifatnya stabil sehingga dapat meredam radikal bebas sinar UV¹.

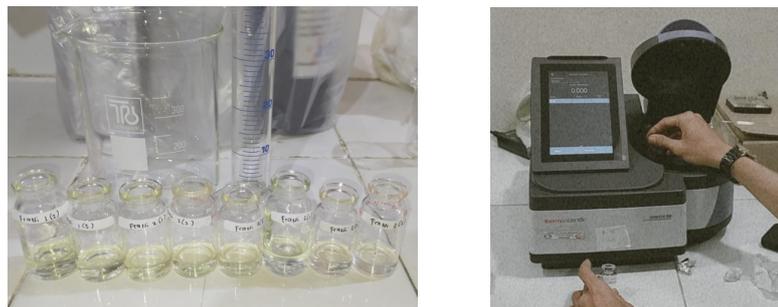
Sehingga dari hasil yang diperoleh, fraksi yang diduga akan digunakan dalam pembuatan formulasi lotion nantinya adalah fraksi 1 yang dikuatkan dengan nilai SPF pada uji selanjutnya. Adapun untuk hasil perhitungan antioksidan dapat dilihat pada lampiran 6.

4.5 Uji SPF Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun

Pengujian nilai SPF fraksi merupakan salah satu acuan dalam pemilihan fraksi yang akan digunakan dalam pembuatan formulasi lotion yang juga merupakan alasan utama penelitian dilakukan. SPF seperti yang diketahui merupakan indikator penggambaran efisiensi suatu sediaan dalam mengurangi eritema akibat sinar UV. Nilai SPF berkaitan erat dengan nilai antioksidan, hal ini karena dari penelitian Dewi *et al* (2021)³⁶, aktivitas antioksidan dapat meredam radikal bebas dari sinar UV sedangkan nilai SPF berperan sebagai indikator sediaan yang diuji dapat mengurangi efek dari sinar UV (eritema, hiperpigmentasi, *sunburn* dan lainnya) atau tidak.

Proses uji SPF yang dilakukan menggunakan mengacu pada penelitian Alrosyidi dan Syaifiyatul (2021)⁴⁸ dengan menggunakan etanol 96%. Alasan pemilihan etanol 96% dibanding etanol 70% karena perbedaan tingkat kepolaran. Etanol 70% lebih banyak mengandung air (30%) dibanding etanol 96% (4%) sehingga etanol 70% lebih polar dibandingkan etanol 96%. Sesuai dengan kepolaran yang dimiliki fraksi diklorometan kulit buah sukun yaitu cenderung bersifat semi polar sehingga dipilih etanol 96% yang sifatnya tidak terlalu polar.

Uji SPF juga menggunakan spektrofotometer UV-VIS namun dengan panjang gelombang 290-320 nm pada interval 5 nm. Hal ini mengacu pada berbagai sumber jurnal, contohnya penelitian Alrosyidi dan Syaifiyatul (2021)⁴⁸ yang menyebutkan untuk mengetahui nilai SPF suatu senyawa digunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 290-320 yang nantinya setiap interval 5 dalam rentang panjang gelombang tersebut dicatat untuk kemudian dimasukkan dalam rumus SPF.



Gambar 4.6 (a) Penyiapan larutan pengujian SPF (b) Pengujian SPF menggunakan spektrofotometri UV-VIS
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pada penelitian ini digunakan metode Mansur. Absorbansi pada rentang tersebut dirata-rata untuk kemudian dikali dengan spektrum efek eritema, spectrum intensitas sinar dan factor koreksi. Perhitungan nilai SPF dapat dilihat pada Lampiran 8.

Alasan pemilihan metode mansur disebutkan oleh Yulianti *et al* (2015)⁵⁹, bahwa metode mansur cocok untuk pengujian larutan yang tidak kental, jika digunakan pada larutan dengan kekentalan tinggi yang tidak bisa diencerkan membuat metode ini tidak cocok. Metode mansur juga terbukti akurat dan mudah untuk dilakukan.

Untuk hasil uji SPF fraksi diklorometan kulit buah sukun dapat dilihat pada Lampiran 7 dan pada tabel dibawah:

Tabel 4.3 Nilai SPF fraksionat diklorometan Kulit Buah Sukun

| Fraksi 1 | Fraksi 2 | Fraksi 3 |
|--------------|--------------|--------------|
| 24.71 ± 0.46 | 14.58 ± 0.24 | 10.32 ± 0.38 |

Hasil SPF yang diperoleh yaitu fraksi 1 memiliki nilai SPF tertinggi yaitu 24,71 diikuti fraksi 2 dengan nilai SPF 14,58 dan fraksi 3 dengan nilai 10,32. Dari ketiga fraksi yang tergolong dalam kemampuan ultra (>15) menurut FDA (*Food Drug Administration*)³⁶ hanya fraksi 1 sedangkan fraksi 2 dan fraksi 3 tergolong dalam kemampuan maksimal.

Dalam penelitian yang dilakukan Noviardi *et al* (2020)³⁰ disebutkan semakin tinggi nilai SPF maka semakin baik perlingkungannya terhadap pengaruh buruk sinar UV. Selain itu kandungan flavonoid yang terdapat dalam fraksi mempunyai

potensi sebagai tabir surya yang tinggi karena adanya gugus kromofor yang mampu menyerap sinar UV sehingga mengurangi intensitasnya pada kulit.

Hasil yang diperoleh juga telah sesuai dengan penelitian Avianka *et al* (2022)⁶⁰, disebutkan berbagai pengembangan mengenai tabir surya banyak dikembangkan, salah satunya yaitu penelitian mengenai filter UV yang ditambahkan bahan alam termasuk senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan nilai SPF. Dalam hal ini dapat digunakan fraksi diklorometan yang memiliki kemampuan aktivitas antioksidan dan nilai SPF yang sangat baik. Dari penelusuran pustaka yang telah dilakukan, didapat hasil penelitian terdahulu yang menghasilkan beberapa peningkatan nilai SPF tabir surya yang ditambahkan bahan alam, yaitu oleh ekstrak batang, ekstrak kulit buah, ekstrak buah, fraksi akar, minyak, dan senyawa bioaktif dengan menghasilkan nilai SPF lebih tinggi dibandingkan dengan formulasi yang hanya mengandung filter UV (organik/kimiawi (avobenzone dan octyl methoxycinnamate) dan anorganik/fisika (zinc oxide dan titanium dioxide)).

Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa fraksi 1 merupakan fraksi terbaik mulai dari nilai rendemen, aktivitas antioksidan dan nilai SPF sehingga fraksi ini digunakan dalam proses pembuatan formulasi sediaan lotion tabir surya dari kulit buah sukun untuk pengujian selanjutnya.

4.6 Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Lotion Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun

Evaluasi sifat fisik sediaan dilakukan yang bertujuan untuk memastikan bahwa sediaan lotion telah memenuhi persyaratan. Evaluasi yang dilakukan penyimpanan pada tiga suhu yakni pada suhu 4 °C, 25°C dan 40 °C yang meliputi pemeriksaan organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, viskositas dan uji daya lekat. Lotion dibuat dengan berbagai konsentrasi zat aktif (fraksi diklorometan kulit buah sukun) yang berbeda dengan jumlah keseluruhan 8 formulasi, yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.7 *Lotion* fraksionat diklorometan kulit buah sukun
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Uji Organoleptis

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui tampilan dari lotion fraksionat diklorometan kulit buah sukun, berupa bau, warna, bentuk, konsistensi sediaan. Dilakukan karena berkaitan dengan kenyamanan pemakaian sediaan. Hasil dari pemeriksaan organoleptis dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.4 Hasil uji organoleptis lotion kulit buah sukun

| Formula | Organoleptis | Minggu ke- | | | |
|---------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| F1 | Warna | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |
| F2 | Warna | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |
| F3 | Warna | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |

| | | | | | |
|----|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| F4 | Warna | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |
| F5 | Warna | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |
| K- | Warna | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan | putih kehijauan |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |
| B | Warna | Putih | Putih | Putih | Putih |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |
| K+ | Warna | Putih | Putih | Putih | Putih |
| | Bau | Mawar | Mawar | Mawar | Mawar |
| | Bentuk | Semi padat | Semi padat | Semi padat | Semi padat |
| | Konsistensi | Lembut | Lembut | Lembut | Lembut |

Pengamatan organoleptis dilakukan selama 4 minggu dengan suhu yang berbeda yaitu pada suhu 4°C, 25°C dan 40°C. Dari pengamatan yang dilakukan tidak terjadi perubahan baik dari segi warna, bau, bentuk maupun konsistensi. Dari penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰, salah satu tanda terjadinya reaksi kimia terhadap bahan-bahan dalam campuran ialah terjadinya perubahan warna. Hasil yang diperoleh tidak terjadi perubahan warna, bau, konsistensi dan bentuk.

Warna putih kehijauan pada sediaan lotion karena penambahan fraksi 1 diklorometan kulit buah sukun, fraksi berwarna hijau pekat sehingga saat digabungkan dengan bahan lain dari sediaan menjadi warna putih kehijauan. Warna sediaan juga agak mengkilat/berkilau yang berasal dari bahan penyusun lotion yaitu asam stearate, berdasarkan handbook of pharmaceutical excipients disebutkan asam stearat dapat memberikan kilauan khas pada lotion.

Bau mawar pada lotion disebabkan penambahan bahan oleum rosae yang berguna sebagai pewangi, penambahan bahan ini bertujuan untuk menarik minat konsumen dengan bau yang harum dan meningkatkan kenyamanan konsumen pada saat pemakaian¹⁰.

Bentuk lotion semi padat karena sediaan termasuk dalam tipe krim M/A yang telah diuji sebelumnya dengan pengujian tipe krim menggunakan metilen blue yang ditandai dengan bercampurnya lotion dan metilen blue yang dapat dilihat pada Lampiran 3. Sama seperti hasil penelitian yang dilakukan Rasyadi *et al* (2022)⁶¹, suatu krim dapat digolongkan kedalam tipe M/A ditandai dengan seluruh lotion berwarna seragam setelah dicampur metilen blue.

Pemilihan tipe krim minyak dalam air (M/A) didasari juga penelitian Meliala *et al* (2020)⁶² yang menyebutkan pada umumnya untuk tujuan kosmetik tipe yang cocok untuk krim adalah tipe minyak dalam air (M/A) karena mudah dicuci, tidak berminyak, nyaman digunakan dan tidak meninggalkan bekas setelah pemakaian, sedangkan tipe krim air dalam minyak (A/M) memiliki bentuk yang sedikit berminyak sulit dibersihkan dan penyerapan ke dalam kulit lebih lambat.

Sediaan krim yang dibuat mengandung air tidak kurang dari 60% oleh karenanya juga sediaan lotion memiliki konsistensi yang lembut. Selain itu, penggunaan bahan olive oil sebagai pelembut/emolien dan pati sukun sebagai pelembut juga menjadi salah satu faktor sediaan lotion lembut.

Kestabilan dalam penyimpanan sediaan lotion juga dikarenakan adanya bahan tambahan metil paraben dan propil paraben yang berfungsi sebagai pengawet. Dari penelitian Soyata dan Anis (2021)⁴⁴ diketahui bahwa metil paraben digunakan sebagai antimikroba berspektrum luas sedangkan propil paraben sebagai pengawet dari jamur dan bakteri namun lebih aktif terhadap bakteri gram

positif. Sehingga dengan kombinasi kedua bahan ini dapat terciptanya efek sinergis yang mencegah dari kontaminan bakteri atau jamur penyebab rusaknya stabilitas sediaan. Dan menurut Sayuti (2015)⁶³, sediaan krim terdiri tidak kurang air 60% dengan artian memiliki kandungan air yang tinggi sehingga jika tidak adanya bahan ini dikhawatirkan akan terjadi kontaminasi mikroba.

Berdasarkan teori Rowe *et al* (2009) bahwa TEA merupakan *alkalizing agent* dicampur dalam proporsi molar yang sama dengan asam lemak, seperti asam stearat atau asam oleat (dalam formulasi digunakan asam stearat), TEA membentuk sabun anionic dengan pH sekitar 8 dan menghasilkan butiran halus sehingga akan menstabilkan tipe emulsi minyak dalam air⁶⁴.

Uji Homogenitas

Pemeriksaan homogenitas dilakukan dengan tujuan melihat keseragaman partikel sediaan lotion¹⁰. Pada penelitian yang dilakukan Rasyadi *et al* (2022)⁶¹, disebutkan homogenitas dilakukan untuk memastikan zat aktif terdispersi atau terlarut sempurna didalam pembawa agar dapat memberikan efek yang maksimal pada saat setelah aplikasi dan sediaan yang homogen menandakan distribusi zat aktif yang merata dalam basis. Hasil pemeriksaan homogenitas sediaan lotion dapat dilihat pada Lampiran 3 dan tabel dibawah.

Tabel 4. 5 Hasil uji homogenitas lotion kulit buah sukun

| Formula | Minggu ke- | | | |
|---------|------------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| 2 | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| 3 | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| 4 | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| 5 | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| K- | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| B | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |
| K+ | Homogen | Homogen | Homogen | Homogen |

Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa tidak adanya perubahan pada setiap formulasi dalam artian semua formulasi homogen baik pada suhu ekstrim dingin freezer 4°C, suhu ruang 25°C dan suhu ekstrim panas oven 40°C tidak

menunjukkan adanya partikel kasar pada lotion maupun gumpalan juga busa. Hal ini disebabkan karena pada saat pengadukan maupun pencampuran bahan sudah dilakukan dengan benar.

Pencampuran bahan dimulai dari fase air kemudian fase minyak yang telah dipanaskan diatas penangas air karena tipe krim yang dibuat adalah minyak dalam air (M/A) yang kemudian digerus dalam lumpang hangat. Dari percobaan yang telah dilakukan apabila pencampuran bahan dilakukan dalam kondisi lumpang terlalu panas maka lotion yang akan terbentuk menjadi berbusa meskipun dengan formulasi yang sama saat digunakan lumpang hangat.

Hasil pengujian homogenitas penelitian ini pada suhu ekstrim dingin freezer 4°C, suhu ruang 25°C dan suhu ekstrim panas oven 40°C menunjukkan bahwa seluruh formula lotion memiliki karakteristik yang homogen, tidak terdapat partikel-partikel kasar pada lotion menunjukkan bahwa mekanisme dari pengadukan bahan yang digunakan tiap-tiap formula sesuai dan hasil yang didapatkan dari homogenitas ini yaitu semua formula sediaan lotion memiliki homogenitas yang homogen sesuai dengan literatur dan tekstur yang dihasilkan dan diamati tekstur yang tidak kasar.

Dari hasil yang diperoleh menurut Cahyani dan Agitya (2021)⁵⁸ kemungkinan sediaan lotion yang dibuat memiliki efektivitas terapi yang baik karena kadar zat aktif terdispersi merata, semua bahan tercampur dan pada saat digunakan selalu sama. Homogenitas berpengaruh terhadap efektivitas lotion karena hal ini berpengaruh pada takaran yang digunakan pada setiap pemakaian. Selain itu, sediaan lotion homogen disebabkan juga karena kandungan gliserin yang berfungsi sebagai humektan, karena menurut Sayuti (2015)⁶³, gliserin akan menjaga kestabilan sediaan juga mempertahankan kandungan air dalam sediaan sehingga sifat fisik dan stabilitas sediaan selama penyimpanan dapat dipertahankan dan menghasilkan sediaan yang homogen.

Hasil yang diperoleh juga menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian Ambari *et al* (2021)⁶⁵, sediaan homogen yang ditandai dengan tidak ada partikel-partikel kasar atau gumpalan, lotion tercampur secara merata serta terlihat persamaan warna yang merata, yang menandakan bahwa penambahan zat aktif

tersebar secara merata atau terdistribusi secara merata pada sediaan yakni dengan proses pengadukan yang maksimal sehingga tercampur secara keseluruhan antara basis (fase air dan fase minyak) dengan zat aktif, jika diaplikasikan pada kulit dapat memberikan efek yang optimal. Untuk hasil uji homogenitas dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.8 Uji homogenitas sediaan *lotion*
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Uji pH

Pemeriksaan pH bertujuan untuk mengetahui sediaan topikal yang dibuat memiliki pH yang sama dengan pH kulit normal. Pengujian pH juga bagian dari kriteria pemeriksaan sifat kimia dalam memprediksi kestabilan krim. Pengujian pH sangat diperlukan dalam sediaan bentuk topikal karena kulit memiliki sensitivitas terhadap derajat keasaman. Apabila sediaan terlalu asam akan mengakibatkan iritasi, sedangkan jika sediaan terlalu basa dapat menyebabkan kulit bersisik⁵⁸. Uji pH terdapat pada Lampiran 3 dan hasil dapat dilihat pada Lampiran 11-13 dan tabel dibawah.

Tabel 4.6 Hasil uji pH lotion kulit buah sukun

| Perlakuan | Minggu ke- | | | | Rata-rata |
|-----------|------------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| F1 | 6,24 | 6,26 | 6,19 | 6,15 | 6,21 |
| F2 | 6,18 | 6,18 | 6,13 | 6,11 | 6,15 |
| F3 | 5,88 | 5,96 | 5,94 | 5,93 | 5,93 |
| F4 | 5,67 | 5,76 | 5,78 | 5,79 | 5,75 |
| F5 | 5,26 | 5,26 | 5,21 | 5,22 | 5,23 |
| K- | 6,45 | 6,47 | 6,38 | 6,37 | 6,42 |
| B | 6,54 | 6,54 | 6,48 | 6,54 | 6,53 |
| K+ | 5,00 | 4,96 | 4,91 | 4,92 | 4,95 |

Pengujian pH dilakukan selama 4 minggu (uji stabilitas sediaan) dan 6 siklus masing-masing siklus selama 24 jam untuk uji *cycling test* dan dilakukan sebanyak 3 kali replikasi pengulangan baik pada suhu 4°C, 25°C dan 40°C. Dari Lampiran 11-13 dapat dilihat bahwa seluruh sediaan lotion memenuhi syarat nilai pH yang aman bagi kulit (normal) dengan nilai mulai dari 5,27-6,57. Dimana syarat pH untuk sediaan topikal yang baik yaitu berdasarkan SNI (1996) yaitu 4,5-8,0. Karena apabila pH terlalu rendah (asam) akan menyebabkan iritasi, sebaliknya pH terlalu tinggi (basa) akan menyebabkan kulit kering⁶⁶.



Gambar 4.9 Uji pH sediaan *lotion*

(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pada formulasi sediaan lotion terdapat bahan trietanolamin (TEA) yang sangat mempengaruhi kenaikan pH karena sifatnya yang basa. Sesuai dengan penelitian Azmi *et al* (2021)⁶⁶, TEA memberikan respon yang lebih tinggi yaitu (+8,07) dalam meningkatkan pH sediaan. Sesuai dengan teori Rowe *et al* (2009) bahwa TEA merupakan *alkalizing agent* dicampur dalam proporsi molar yang sama dengan asam lemak, seperti asam stearat atau asam oleat, TEA membentuk sabun anionic dengan pH sekitar 8 dan menghasilkan butiran halus sehingga akan menstabilkan tipe emulsi minyak dalam air⁶⁴. Sehingga selain menjadi agen pengental (*Stiffening Agent*) TEA juga dapat menaikkan pH sediaan dan sebagai *alkalizing agent*.

Dari tabel hasil pengujian pH dan dari rekapitulasi yang dilakukan diketahui bahwa terdapat perbedaan pH pada masing-masing formulasi, formula 1-formula 5 diketahui formula 5 memiliki pH terendah dengan nilai 5,27. Hal ini disebabkan Karena persentase zat tambahan yaitu salah satunya jumlah niacinamide, formula 1 mengandung niacinamide sebanyak 1% dan terus mengalami kenaikan hingga

5% untuk formula 5. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi niacinamide maka pH sediaan semakin turun.

Dari kelima formula yang mengandung zat tambahan niacinamide dan α -tokoferol dibandingkan dengan kontrol negative (tanpa zat tambahan) dan basis (tanpa fraksi dan zat tambahan), pH tertinggi dimiliki oleh basis, diikuti kontrol negatif lalu formula dengan zat tambahan. Hal ini karena fraksi diklorometan kulit buah sukun memiliki sifat asam sehingga dapat membantu menurunkan pH dan niacinamide juga dapat menurunkan pH sediaan. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Noer dan Sundari (2016) yang menyebutkan perbedaan pH pada masing-masing formula salah satunya dapat disebabkan karena sifat dari ekstrak yang memiliki kandungan asam⁶⁴.

Bahan lainnya yang dapat mempengaruhi pH sediaan yaitu pati sukun. Selaras dengan penelitian yang dilakukan Lismiati *et al* (2021)⁵⁰, pati sukun berpengaruh menurunkan pH karena bersifat asam, jadi semakin tinggi konsentrasi pati yang ditambahkan pada sediaan maka akan semakin rendah pH suatu sediaan. Perubahan pH pada sediaan juga dapat dikarenakan terjadinya degradasi pada satu atau lebih bahan-bahan dalam formulasi. Walaupun demikian, perubahan pH pada masing-masing formula masih berada pada rentang pH sediaan topikal yaitu 4,5-8⁶⁴.

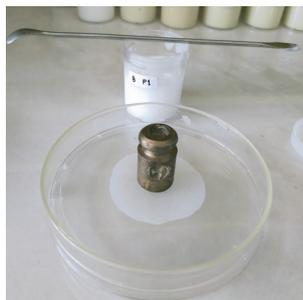
Dilihat dari tabel diatas bahwa adanya perubahan pH selama penyimpanan pada suhu yang berbeda-beda. Perubahan pH juga bisa disebabkan karena oksidasi, lama penyimpanan dan suhu. Hasil uji analisis statistik pH data penyebaran pH untuk seluruh formulasi pada penyimpanan suhu yang berbeda diketahui terdistribusi normal dan memiliki homogenitas yang baik pula. Hal ini dibuktikan dengan nilai yang diperoleh $p > 0,05$ yaitu secara berurutan 0,154 dan 0,824 yang dapat dilihat pada Lampiran 14. Adapun maksud penggunaan 0,05 karena umumnya penelitian khususnya dibidang kesehatan memiliki tingkat kepercayaan 95%. Uji normalitas yang digunakan yaitu Kolmogorov-Smirnov karena data > 50 , jika data < 50 dapat digunakan Shapiro-Wilk, namun penggunaan Kolmogorov-Smirnov juga dapat digunakan untuk pengujian sampel < 50 .

Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen dilanjutkan uji lanjutan yaitu uji Two Way Anova dan uji Duncan. Penggunaan uji ini karena uji Duncan cenderung lebih mudah dengan menunjukkan kesimpulan akhir dari seluruh kelompok perlakuan dibandingkan uji lanjutan lainnya. Sedangkan alasan pemilihan Two Way Anova karena variabel bebas yang akan menjadi pembanding lebih dari satu dengan variabel terikat nilai pH sedangkan variabel bebasnya formulasi sediaan dan perbedaan penyimpanan suhu.

Hasil uji Two Way anova diketahui bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara nilai pH yang diperoleh dengan setiap formula dan setiap penyimpanan suhu berbeda yang dibuktikan dengan nilai $p < 0,05$ yang dapat dilihat pada Lampiran 14. Adapun untuk hasil uji Duncan sesuai dengan hasil yang diperoleh sesuai penjelasan diatas bahwa kontrol positif memiliki nilai pH terendah diikuti formulasi 5 sampai formula 1, kontrol negatif dan basis karena basis tidak mengandung fraksi kulit buah sukun, niacinamide dan tokoferol sehingga pH sedikit lebih tinggi dari formulasi lainnya. Namun seluruh formula masih termasuk dalam rentang normal.

Uji Daya Sebar

Uji daya sebar dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyebaran krim saat dioleskan pada kulit dan kelunakan dari sediaan krim. Sediaan krim diharapkan mampu menyebar dengan mudah dikulit, tanpa menggunakan suatu tekanan. Semakin besar nilai diameter daya sebar semakin besar pula luas permukaan yang dapat dijangkau oleh krim. Krim yang baik merupakan krim yang mempunyai daya sebar yang luas, sehingga kontak antara zat aktif dengan kulit lebih optimal. Semakin besar nilai daya sebar krim, maka konsistensi dari krim tersebut semakin lunak⁵⁸. Adapun syarat daya sebar yang baik untuk sediaan topikal menurut SNI yaitu 5-7 cm¹⁰.



Gambar 4.10 Uji daya sebar sediaan *lotion*

(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pengujian daya sebar dilakukan 3 kali replikasi pada tiga suhu berbeda yaitu pada suhu 4°C, 25°C dan 40°C selama 4 minggu. Hasil yang didapatkan pada uji daya sebar dapat dilihat pada Lampiran 15-17 dengan nilai daya sebar mulai dari 5.13-6.27. Dari hasil rekapitulasi daya sebar sediaan yang diperoleh terdapat perbedaan pada masing-masing formulasi. Formulasi yang memiliki daya sebar terbesar setelah kontrol positif yaitu kontrol negatif diikuti basis sediaan dan formula dengan daya sebar terkecil formula 5.

Tabel 4.7 Hasil uji daya sebar lotion kulit buah sukun

| Perlakuan | Minggu ke- | | | | Rata-rata |
|-----------|------------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| F1 | 5,72 | 5,70 | 5,71 | 5,73 | 5,72 |
| F2 | 5,55 | 5,54 | 5,56 | 5,55 | 5,55 |
| F3 | 5,44 | 5,41 | 5,40 | 5,35 | 5,40 |
| F4 | 5,35 | 5,33 | 5,34 | 5,37 | 5,35 |
| F5 | 5,23 | 5,26 | 5,20 | 5,25 | 5,24 |
| K- | 5,71 | 5,76 | 5,80 | 5,79 | 5,77 |
| B | 5,75 | 5,73 | 5,78 | 5,77 | 5,76 |
| K+ | 6,06 | 5,94 | 5,89 | 5,99 | 5,97 |

Perbedaan nilai daya sebar disebabkan pada jumlah zat tambahan dan fraksi pada masing-masing formula, fraksi diklorometan kulit buah sukun dapat meningkatkan daya sebar lotion sekaligus menurunkan viskositas sediaan tersebut. Seperti yang terlihat pada tabel daya sebar jika diamati kontrol negatif dan basis tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan, namun jika dibandingkan dengan formula 1-formula 5 perbedaan tersebut dapat dilihat, formula 5 dengan konsentrasi niacinamide 5% dapat meningkatkan viskositas

sediaan dalam artian semakin sedikit kandungan niacinamide viskositas semakin turun dan daya sebar semakin besar.

Bahan sediaan lotion lainnya yang dapat mempengaruhi nilai daya sebar sediaan yaitu setil alcohol, karena setil alcohol merupakan agen pengental juga pati sukun dapat meningkatkan viskositas sediaan yang mengakibatkan daya sebar menurun. Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan Sari *et al* (2021)¹⁰ dan Lismiati *et al* (2021)⁵⁰ bahwa perbedaan jumlah pati sukun juga mempengaruhi daya sebar, semakin sedikit pati sukun yang ditambahkan semakin besar daya sebar karena selain menjadi pelembut, pati sukun juga berfungsi meningkatkan viskositas suatu sediaan.

Selanjutnya asam stearat juga dapat menjadi faktor perbedaan nilai daya sebar, sesuai dengan teori Rowe *et al* (2009) bahwa TEA merupakan *alkalizing agent* dicampur dalam proporsi molar yang sama dengan asam lemak, seperti asam stearat atau asam oleat, TEA akan membentuk sabun anionic dengan pH sekitar 8 dan menghasilkan butiran halus sehingga akan menstabilkan tipe emulsi minyak dalam air⁶⁴. Dalam artian semakin tinggi konsentrasi asam stearate dan TEA maka semakin tinggi daya sebar karena kedua bahan ini menjadi faktor dominan dalam peningkatan kemampuan daya sebar sediaan. Meskipun terdapat perbedaan nilai daya sebar pada setiap formulasi namun masih dalam rentang yang baik untuk sediaan lotion yakni 5-7 cm.

Semakin tinggi suhu maka sediaan semakin encer dan daya sebar meningkat, viskositas menurun dan daya lekat semakin menurun pula. Sedangkan semakin rendah suhu penyimpanan maka daya sebar menurun, viskositas meningkat dan daya lekat meningkat.

Selain itu daya sebar suatu lotion dapat dikatakan baik apabila lotion dapat dengan mudah dioleskan pada kulit tanpa penekanan yang kuat dengan jari-jari tangan. Kemampuan daya sebar berkaitan dengan seberapa luas permukaan kulit yang kontak dengan sediaan ketika diaplikasikan semakin mudah lotion diaplikasikan kepermukaan kulit maka lotion yang kontak dengan kulit semakin luas dan zat aktif akan terdistribusi dengan baik. Peningkatan viskositas

menyebabkan tahanan cairan untuk mengalir semakin besar sehingga daya sebar lotion semakin menurun⁵⁰.

Hasil uji analisis statistik daya sebar diketahui terdistribusi normal ($p=0,258$) dan memiliki homogenitas yang baik ($p=0,538$). Hal ini dibuktikan dengan nilai yang diperoleh $p>0,05$ yang dapat dilihat pada Lampiran 18. Adapun maksud penggunaan 0,05 karena umumnya penelitian khususnya dibidang kesehatan memiliki tingkat kepercayaan 95%. Uji normalitas yang digunakan yaitu Kolmogorov-Smirnov karena data >50 , jika data <50 dapat digunakan Shapiro-Wilk, namun penggunaan Kolmogorov-Smirnov juga dapat digunakan untuk pengujian sampel <50 .

Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen dilanjutkan uji lanjutan yaitu uji Two Way Anova dan uji Duncan. Penggunaan uji ini karena uji Duncan cenderung lebih mudah dengan menunjukkan kesimpulan akhir dari seluruh kelompok perlakuan dibandingkan uji lanjutan lainnya. Sedangkan alasan pemilihan Two Way Anova karena variabel bebas yang akan menjadi pembanding lebih dari satu dengan variabel terikat nilai daya sebar sedangkan variabel bebasnya formulasi sediaan dan perbedaan penyimpanan suhu.

Hasil uji Two Way anova diketahui bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara nilai daya sebar yang diperoleh dengan setiap formula dan setiap penyimpanan suhu berbeda yang dibuktikan dengan nilai $p<0,05$ yang dapat dilihat pada Lampiran 18. Adapun untuk hasil uji Duncan formula 5 memiliki nilai daya sebar terkecil diikuti formula 4 dan formula 3 yang tidak terdapat perbedaan yang signifikan, selanjutnya formula 3 dan formula 2 dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan selanjutnya formula 1, kontrol negatif dan basis juga tidak memiliki perbedaan yang jauh dan kontrol positif memiliki daya sebar terbesar.

Hal ini karena formula 5 mengandung niacinamide dan tokoferol lebih banyak dibanding formula lain dimana niacinamide dapat meningkatkan viskositas sehingga mengurangi daya sebar. Namun seluruh formula masih termasuk dalam rentang normal dan sesuai syarat SNI.

Uji Daya Lekat

Pengujian daya lekat sediaan bertujuan untuk mengetahui kemampuan body lotion melekat dan melapisi permukaan kulit agar dapat berfungsi secara optimal. Sediaan yang dapat melekat dengan baik pada kulit juga akan mengoptimalkan penggunaan dan menghindarkan pemakaian berulang serta menghemat pemakaian¹⁰. Salah satu syarat agar body lotion dapat diaplikasikan pada kulit yaitu dengan memiliki kemampuan daya lekat.



Gambar 4.11 Uji daya lekat sediaan *lotion*

(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Semakin besar daya lekat krim maka absorpsi zat aktif akan semakin besar karena ikatan yang terjadi antara krim dengan kulit akan semakin lama, sehingga basis dapat melepas zat aktif lebih optimal⁵⁸. Suatu daya lekat dikatakan baik jika dapat melapisi kulit secara merata, tidak menyumbat pori, serta tidak mengganggu fungsi fisiologis kulit⁶⁵.

Tabel 4.8 Hasil uji daya lekat lotion kulit buah sukun

| Perlakuan | Minggu ke- | | | | Rata-rata |
|-----------|------------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| F1 | 1,45 | 1,49 | 1,49 | 1,57 | 1,50 |
| F2 | 1,56 | 1,57 | 1,58 | 1,63 | 1,58 |
| F3 | 1,69 | 1,70 | 1,69 | 1,75 | 1,71 |
| F4 | 1,69 | 1,78 | 1,67 | 1,77 | 1,73 |
| F5 | 1,74 | 1,70 | 1,75 | 1,84 | 1,76 |
| K- | 1,30 | 1,25 | 1,31 | 1,39 | 1,31 |
| B | 1,33 | 1,38 | 1,37 | 1,35 | 1,36 |
| K+ | 1,23 | 1,23 | 1,20 | 1,22 | 1,22 |

Uji daya lekat dilakukan selama 4 minggu dengan replikasi 3 kali pada masing-masing sediaan pada suhu 4°C, 25°C dan 40°C. Hasil pengujian daya lekat

dapat dilihat pada Lampiran 3 untuk melihat hasil uji daya lekat sediaan lotion maka hasil dapat dilihat pada tabel yang sudah disajikan di Lampiran 19-21. *Lotion* pada suhu penyimpanan suhu ruang 25°C, suhu ekstrim panas oven 40°C dan suhu ekstrim dingin freezer 4°C, selama 4 minggu maka didapatkan nilai daya lekat dari masing-masing formula berkisar dari 1,22-1,76 detik. Hal ini dikatakan masih dalam rentang daya lekat yang baik karena lebih besar dari 1 detik. Mengacu pada penelitian Sari *et al* (2021)¹⁰, Lismiati *et al* (2021)⁵⁰ dan Cahyani dan Agitya (2021)⁵⁸, menyatakan bahwa waktu daya lekat yang baik untuk sediaan lotion adalah lebih dari 1 detik.

Dari hasil rekapitulasi nilai daya sebar sediaan lotion yang didapatkan sejalan yang teori yang telah dijelaskan pada bagian uji daya sebar. Adanya keterkaitan antara nilai daya sebar, daya lekat dan viskositas. Semakin tinggi daya lekat maka daya sebar akan semakin kecil dan viskositas meningkat begitupula sebaliknya. Formula 5 memiliki daya lekat tersebar karena viskositas yang besar dibanding formulasi lain. Hal ini salah satu faktornya disebabkan jumlah zat aktif niacinamide pada formula 5 paling besar yaitu 5% dibandingkan formula lain yang bahkan tidak diberikan tambahan niacinamide.

Sama halnya seperti pengujian daya sebar, bahan sediaan lotion yang dapat mempengaruhi nilai daya sebar selain niacinamide yaitu setil alcohol, karena setil alcohol merupakan agen pengental juga pati sukun dapat meningkatkan daya sebar. Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan Sari *et al* (2021)¹⁰ dan Lismiati *et al* (2021)⁵⁰ bahwa perbedaan jumlah pati sukun juga mempengaruhi daya lekat, semakin sedikit pati sukun yang ditambahkan semakin kecil daya lekatnya karena selain menjadi pelembut, pati sukun juga berfungsi meningkatkan daya lekat.

Selanjutnya asam stearat juga dapat menjadi faktor perbedaan nilai daya lekat, sesuai dengan teori Rowe *et al* (2009) bahwa TEA merupakan *alkalizing agent* dicampur dalam proporsi molar yang sama dengan asam lemak, seperti asam stearat atau asam oleat, TEA akan membentuk sabun anionic dengan pH sekitar 8 dan menghasilkan butiran halus sehingga akan menstabilkan tipe emulsi minyak dalam air⁶⁴. Dalam artian semakin tinggi konsentrasi asam stearate dan

TEA maka semakin rendah daya lekatnya karena kedua bahan ini menjadi faktor dominan dalam penurunan kemampuan daya lekat sediaan.

Hasil uji analisis statistik daya lekat diketahui terdistribusi normal ($p=0,243$) dan memiliki homogenitas yang baik ($p=0,262$). Hal ini dibuktikan dengan nilai yang diperoleh $p>0,05$ yang dapat dilihat pada Lampiran 22. Adapun maksud penggunaan 0,05 karena umumnya penelitian khususnya dibidang kesehatan memiliki tingkat kepercayaan 95%. Uji normalitas yang digunakan yaitu Kolmogorov-Smirnov karena data >50 , jika data <50 dapat digunakan Shapiro-Wilk, namun penggunaan Kolmogorov-Smirnov juga dapat digunakan untuk pengujian sampel <50 .

Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen dilanjutkan uji lanjutan yaitu uji Two Way Anova dan uji Duncan. Penggunaan uji ini karena uji Duncan cenderung lebih mudah dengan menunjukkan kesimpulan akhir dari seluruh kelompok perlakuan dibandingkan uji lanjutan lainnya. Sedangkan alasan pemilihan Two Way Anova karena variabel bebas yang akan menjadi pembanding lebih dari satu dengan variabel terikat nilai daya lekat sedangkan variabel bebasnya formulasi sediaan dan perbedaan penyimpanan suhu.

Hasil uji Two Way anova diketahui bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara nilai daya lekat yang diperoleh dengan setiap formula dan setiap penyimpanan suhu berbeda yang dibuktikan dengan nilai $p<0,05$ yang dapat dilihat pada Lampiran 22. Adapun untuk hasil uji Duncan formula 5 memiliki nilai daya lekat terbesar diikuti formula 4 dan formula 3 yang tidak terdapat perbedaan yang signifikan, sampai dengan kontrol positif yang memiliki daya lekat terkecil.

Hal ini karena formula 5 mengandung niacinamide dan tokoferol lebih banyak dibanding formula lain dimana niacinamide dapat meningkatkan viskositas sehingga meningkatkan daya lekat. Namun seluruh formula masih termasuk dalam rentang normal dan sesuai syarat SNI.

Uji Viskositas

Uji viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan suatu sediaan krim. Selain itu, viskositas pada sediaan berbentuk krim untuk melihat tahanan

sediaan untuk dapat mengalir, semakin besar tahanan dari sediaan tersebut maka akan berbanding lurus dengan nilai viskositasnya. Viskositas suatu sediaan mempengaruhi sifat fisik pada luas daya sebar dan daya lekat sediaan. Dan pengukuran viskositas sediaan krim yang optimum dilakukan guna untuk memperoleh sediaan yang nyaman saat diaplikasikan.

Tabel 4.9 Hasil uji viskositas lotion kulit buah sukun

| Perlakuan | Minggu ke- | | Rata-rata |
|-----------|------------|----------|-----------|
| | 1 | 28 | |
| F1 | 6808,60 | 6800,36 | 6804,48 |
| F2 | 8107,85 | 8007,15 | 8057,50 |
| F3 | 8801,03 | 8735,41 | 8768,22 |
| F4 | 9336,58 | 9397,38 | 9366,98 |
| F5 | 10509,36 | 10207,40 | 10358,38 |
| K- | 4554,75 | 4576,74 | 4565,75 |
| B | 6007,51 | 5831,97 | 5919,74 |
| K+ | 3692,51 | 3695,26 | 3693,89 |

Mengacu pada syarat SNI sediaan untuk kulit memiliki viskositas antara 2.000-50.000 cPs^{10,50,58}. Hasil viskositas yang diperoleh dapat dilihat pada Lampiran 23. Dan dari data pada lampiran 23 dapat dilihat bahwa dari seluruh formula yang memiliki viskositas terendah setelah kontrol positif yaitu kontrol negatif dengan nilai 4565,74 cPs dan formula dengan viskositas tertinggi yaitu formula 5 dengan nilai 10358,38 cPs. Adapun viskositas yang diperoleh mulai dari 3693,89-10358,38 cPs dan seluruh formula masuk dalam rentang syarat menurut SNI yaitu 2.000-50.000 cPs.



Gambar 4.12 Uji viskositas sediaan *lotion*

(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Dari hasil yang diperoleh juga diketahui adanya keterkaitan antara daya sebar, daya lekat dan viskositas sesuai dengan teori juga penelitian yang dilakukan Sari *et al* (2021)¹⁰ bahwa semakin besar nilai viskositas maka daya lekat pun akan semakin besar dan daya sebar menurun. Seperti halnya yang telah disebutkan pada bagian pengujian daya sebar dan daya lekat sebelumnya.

Nilai viskositas juga dapat dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu maka viskositas akan semakin rendah⁵⁰. Hal ini disebabkan pada suhu ekstrem dingin sediaan akan membeku sehingga viskositas akan meningkat begitupula daya lekat dan daya sebar akan menurun. Dan jika ditempatkan pada suhu ekstrem panas maka sediaan akan mencair sehingga viskositas menurun, daya lekat menurun dan daya sebar meningkat.

Pengujian viskositas digunakan Viskometer Brookfield dengan menggunakan spindel no.4 dan kecepatan 12 rpm. Alasan pemilihan spindle juga kecepatan rpm tersebut karena pada saat dilakukan pemindaian (*Scanning*) pada alat viskometer yang sebelumnya telah diletakkan formula pada alat spindle diketahui bahwa spindle yang cocok adalah nomor 4, spindle yang tersedia dimulai dari spindle 1-4, semakin kecil nomor spindle semakin encer larutan yang diuji.

Sedangkan kecepatan 12 rpm juga diperoleh dari hasil *scanning* yang dilakukan alat viskometer, kecepatan yang tersedia pada alat dimulai dari 6-60 rpm. Semakin besar kecepatan rpm maka semakin cepat spindle berputar pada sediaan. Karena rpm merupakan kepanjangan dari *Revolution Per Minute* yaitu perputaran spindle pada mesin viskometer yang akan dihitung dalam hitungan satu menit. Semakin besar kecepatan rpm, maka semakin kecil nilai viskositas. Hal ini terjadi karena semakin cepat perputaran spindle maka sediaan lotion akan teraduk akibatnya menjadi lebih encer sehingga kekentalan (viskositas) pun akan menurun. Sehingga diperlukan pengecekan pada sediaan terlebih dahulu pada viskometer agar diperoleh hasil viskositas yang sesuai.

Adapun peningkatan kekentalan viskositas pada setiap formula dapat disebabkan oleh zat tambahan niacinamide dan bahan yang digolongkan dalam fase minyak terutama asam stearat dan setil alkohol. Dari formula 1-5 dapat dilihat yang mengandung konsentrasi niacinamide paling besar juga memiliki

nilai viskositas yang tinggi pula, begitupun sebaliknya. Dan formula yang tidak mengandung niacinamide memiliki nilai viskositas yang lebih rendah meskipun seluruh formula memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI yaitu antara 2.000-50.000 cPs^{10,50,58}.

Standar Deviasi (SD) yang diperoleh untuk uji viskositas lebih besar dibanding uji fisik lainnya, namun data yang diperoleh masih tergolong data yang normal atau baik karena standar deviasi dikatakan baik apabila nilai standar deviasi yang diperoleh lebih kecil daripada nilai rata-ratanya (kinerja dapat dikatakan baik). Sesuai dengan teori yang disebutkan bahwa Standar Deviasi (SD) atau simpangan baku merupakan nilai statistic yang digunakan untuk menentukan sebaran data dalam sampel serta seberapa dekat titik data individu ke mean atau rata-rata nilai sampel (keakuratan suatu kumpulan data). Sebuah standar deviasi dari kumpulan data sama dengan nol menandakan bahwa semakin semua nilai dalam himpunan adalah sama, sedangkan nilai deviasi yang lebih besar menunjukkan bahwa titik data individu jauh dari rata-rata⁶⁷.

Seperti halnya penelitian yang telah dilakukan oleh Sugiharta dan Widia (2021)⁶⁸, dari uji fisik sediaan krim ketoconazole diperoleh rata-rata nilai viskositas yaitu 48690,52-48685,68 dengan nilai standar deviasi mulai dari 107,05-302,54. Data tersebut memiliki variasi rentang data yang lebar namun data masih tergolong data yang baik atau homogen karena nilai standar deviasinya lebih kecil daripada nilai rata-rata.

Hasil uji analisis statistik viskositas diketahui terdistribusi normal ($p=0,660$) dan memiliki homogenitas yang baik ($p=0,566$). Hal ini dibuktikan dengan nilai yang diperoleh $p>0,05$ yang dapat dilihat pada Lampiran 24. Adapun maksud penggunaan 0,05 karena umumnya penelitian khususnya dibidang kesehatan memiliki tingkat kepercayaan 95%. Uji normalitas yang digunakan yaitu Kolmogorov-Smirnov karena penggunaan Kolmogorov-Smirnov juga dapat digunakan untuk pengujian sampel <50 .

Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen dilanjutkan uji lanjutan yaitu uji One Way Anova dan uji Duncan. Penggunaan uji ini karena uji Duncan cenderung lebih mudah dengan menunjukkan kesimpulan akhir dari

seluruh kelompok perlakuan dibandingkan uji lanjutan lainnya. Sedangkan alasan pemilihan One Way Anova karena variabel bebas yang akan menjadi pembanding hanya satu dengan variabel terikat nilai viskositas sedangkan variabel bebasnya formulasi sediaan.

Hasil uji One Way anova diketahui bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara nilai viskositas yang diperoleh dengan setiap formula yang dibuktikan dengan nilai $p < 0,05$ yang dapat dilihat pada Lampiran 24. Adapun untuk hasil uji Duncan formula 5 memiliki nilai viskositas terbesar sampai dengan kontrol positif yang memiliki viskositas terkecil. Hal ini karena formula 5 mengandung niacinamide dan tokoferol lebih banyak dibanding formula lain dimana niacinamide dapat meningkatkan viskositas. Namun seluruh formula masih termasuk dalam rentang normal dan sesuai syarat SNI.

Rekapitulasi Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Lotion

Dari hasil rekapitulasi pada Lampiran 25. setelah dilakukan uji karakteristik fisik sediaan lotion fraksionat diklorometan kulit buah sukun selama 4 minggu pada tiga suhu berbeda yaitu suhu ekstrim dingin 4°C , suhu kamar 25°C dan suhu ekstrim panas 40°C , dapat dilihat bahwasanya dari seluruh formulasi yang dibuat tidak ada satupun formulasi dengan nilai dibawah syarat ketentuan yang telah ditetapkan, baik pada uji organoleptis, uji homogenitas, uji pH, uji daya sebar, uji daya lekat dan uji viskositas.

Perbedaan pH pada masing-masing formulasi terutama untuk suhu dingin dan suhu panas dapat disebabkan ketidakstabilan formulasi pada suhu ekstrim, namun masih termasuk dalam rentang syarat krim yang baik yaitu 4,5-8. Alasan lainnya dapat disebabkan karena: (1) CO_2 , Konsentrasi CO_2 yang terkandung dalam formulasi. Karena CO_2 dapat memicu terjadinya kenaikan konsentrasi ion hydrogen yang membuat kadar pH menurun. Artinya semakin tinggi kadar CO_2 pH akan semakin turun. Dimana CO_2 dapat berasal dari atmosfer dan udara disekitar sediaan. (2) Suhu, saat suhu sediaan naik, maka kelarutan CO_2 akan menurun sehingga pH akan naik dan pH sediaan meningkat.

Keterkaitan antara nilai daya sebar, daya lekat dan viskositas sejalan dengan teori yang menyebutkan bahwa semakin besar nilai daya sebar maka semakin

kecil nilai daya lekat dan viskositas menurun, begitupun sebaliknya semakin kecil nilai daya sebar, maka semakin besar nilai daya lekat dan viskositas meningkat. Sesuai dengan hasil yang diperoleh dan dari seluruh formulasi termasuk dalam rentang syarat yang baik yaitu daya sebar diantara 5-7cm, daya lekat tidak kurang dari 1 detik dan viskositas berada pada rentang 2.000-50.000 cPs.

Adapun beberapa factor yang mejadi penyebab naik turunnya nilai daya sebar, daya lekat dan viskositas yaitu suhu/temperature. Semakin tinggi suhu sediaan semakin besar daya sebar, semakin menurun daya lekatnya dan viskositas juga menurun. Disebabkan karena adanya panas akan memperbesar jarak antar atom sehingga gaya antar atom akan berkurang, jarak menjadi renggang dan mengakibatkan viskositas dan daya lekat sediaan menurun.

Selain itu, beberapa bahan dalam formulasi seperti niacinamide, setil alcohol, asam stearate dan pati sukun. Dimana semakin tinggi konsentrasi bahan tersebut, akan semakin kecil daya sebar, semakin besar daya lekat dan viskositas meningkat. Dan fraksi diklorometan kulit buah sukun, niacinamide, alfa-tokoferol, asam stearate dan pati sukun berperan dalam menurunkan pH sediaan lotion sedangkan TEA berperan dalam menaikkan pH sediaan lotion karena sifatnya sebagai basa kuat.

Setelah diketahui bahwasanya karakteristik fisik seluruh formulasi memenuhi syarat ketentuan yang ada, maka selanjutnya uji terakhir yang dilakukan yaitu uji SPF pada seluruh formulasi sediaan lotion fraksi diklorometan kulit buah sukun untuk melihat nilai SPF setelah dijadikan sediaan lotion dan sebagai pembanding nilai SPF fraksi diklorometan kulit buah sukun dengan nilai SPF setelah dijadikan sediaan lotion.

4.7 Uji Nilai SPF Sediaan Lotion Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun

Setelah memformulasi lotion dari fraksi diklorometan kulit buah sukun dengan berbagai variasi konsentrasi, kemudian dilakukan uji nilai SPF dari tiap formula tersebut, dimana nilai SPF sediaan lotion dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Pengujian nilai SPF fraksi merupakan salah satu acuan dalam pemilihan fraksi yang akan digunakan dalam pembuatan formulasi lotion yang merupakan alasan utama penelitian dilakukan. Nilai SPF merupakan indikator penggambaran

efisiensi suatu sediaan dalam mengurangi eritema akibat sinar UV. Nilai SPF berkaitan erat dengan nilai antioksidan, hal ini karena dari penelitian Dewi *et al* (2021)³⁶, aktivitas antioksidan dapat meredam radikal bebas dari sinar UV sedangkan nilai SPF berperan sebagai indikator sediaan yang diuji dapat mengurangi efek dari sinar UV (eritema, hiperpigmentasi dan *sunburn*) atau tidak.

Proses uji SPF yang dilakukan menggunakan mengacu pada penelitian Alrosyidi dan Syaifiyatul (2021)⁴⁸ dengan menggunakan etanol 96%. Alasan pemilihan etanol 96% disbanding etanol 70% karena perbedaan tingkat kepolaran. Etanol 70% lebih banyak mengandung air (30%) dibanding etanol 96% (4%) sehingga etanol 70% lebih polar dibandingkan etanol 96%. Sesuai dengan kepolaran yang dimiliki fraksi diklorometan kulit buah sukun yaitu cenderung bersifat semi polar sehingga dipilih etanol 96% yang sifatnya tidak terlalu polar.



Gambar 4.13 (a) Pengenceran lotion untuk pengujian SPF (b) Pengujian SPF dengan spektrofotometer UV-VIS

(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Uji SPF juga menggunakan spektrofotometer UV-VIS namun dengan panjang gelombang 290-320 nm pada interval 5 nm. Hal ini mengacu pada berbagai sumber jurnal, contohnya penelitian Alrosyidi dan Syaifiyatul (2021)⁴⁸ yang menyebutkan untuk mengetahui nilai SPF suatu senyawa digunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 290-320 yang nantinya setiap interval 5 dalam rentang panjang gelombang tersebut dicatat untuk kemudian dimasukkan dalam rumus SPF. Pada penelitian ini digunakan metode Mansur. Absorbansi pada rentang tersebut dirata-rata untuk kemudian dikali

dengan spektrum efek eritema, spectrum intensitas sinar dan factor koreksi. Perhitungan nilai SPF dapat dilihat pada Lampiran 27.

Alasan pemilihan metode mansur disebutkan oleh Yulianti *et al* (2015)⁵⁹, bahwa metode mansur cocok untuk pengujian larutan yang tidak kental, jika digunakan pada larutan dengan kekentalan tinggi yang tidak bisa diencerkan membuat metode ini tidak cocok. Metode mansur juga terbukti akurat dan mudah untuk dilakukan.

Hasil uji SPF *lotion* dapat dilihat pada Lampiran 26. dan dari tabel dibawah :

Tabel 4.10 Nilai SPF Sediaan Lotion Fraksionat Diklorometan Kulit Buah Sukun

| Formula 1 | Formula 2 | Formula 3 | Formula 4 | Formula 5 | Kontrol - | Basis | Kontrol + (Merk X) |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| 15.11 ± 0.47 | 16.09 ± 0.45 | 17.62 ± 0.48 | 19.16 ± 0.62 | 20.61 ± 0.75 | 12.61 ± 1.31 | 10.31 ± 1.14 | 6.67 ± 1.28 |

Hasil SPF yang diperoleh yaitu lotion formula 5 memiliki nilai SPF tertinggi yaitu 20,6 dengan tingkat keaktifan 3,09 kali lebih kuat dibandingkan kontrol positif lotion komersial merk X diikuti formula 4 dengan nilai SPF 19,16, formula 3 dengan nilai 17,62, formula 2 dengan nilai 16,09 dan formula 1 dengan nilai SPF 15,11. Dari tujuh formula dengan satu kontrol positif hanya 5 formula yang tergolong memiliki kemampuan ultra (>15) menurut FDA (*Food Drug Administration*)³⁶, yaitu formula 1-formula 5. Sedangkan kontrol negatif dan basis tergolong dalam kemampuan maksimal (8-15) dengan nilai berurutan 12,61 dan 10,31 sedangkan kontrol positif tergolong kedalam kemampuan sedang (4-6) dengan nilai SPF 6,67.

Dari penelitian lainnya yang dilakukan oleh Putri *et al* (2021)⁶⁹, juga membuat formulasi krim dengan *Artocarpus altilis* diketahui memiliki sifat fisik yang baik dengan nilai SPF ekstrak 19,023 dan nilai SPF krim sebesar 18.624.

Dalam penelitian yang dilakukan Noviardi *et al* (2020)³⁰ disebutkan semakin tinggi nilai SPF maka semakin baik perlingkungannya terhadap pengaruh buruk sinar UV. Selain itu alasan formula 1-formula 5 memiliki nilai SPF ultra salah satunya karena kandungan flavonoid yang terdapat dalam fraksi diklorometan kulit buah sukun mempunyai potensi sebagai tabir surya yang tinggi karena ada

gugus kromofor yang mampu menyerap sinar UV sehingga dapat mengurangi intensitasnya pada kulit.

Hasil yang diperoleh juga telah sesuai dengan penelitian Avianka *et al* (2022)⁶⁰, disebutkan berbagai pengembangan mengenai tabir surya banyak dikembangkan, salah satunya yaitu penelitian mengenai filter UV yang ditambahkan bahan alam termasuk senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan nilai SPF. Dalam hal ini dapat digunakan fraksi diklorometan yang memiliki kemampuan aktivitas antioksidan dan nilai SPF yang sangat baik. Dari penelusuran pustaka yang telah dilakukan, didapat hasil penelitian terdahulu yang menghasilkan beberapa peningkatan nilai SPF tabir surya yang ditambahkan bahan alam, yaitu oleh ekstrak batang, ekstrak kulit buah, ekstrak buah, fraksi akar, minyak, dan senyawa bioaktif dengan menghasilkan nilai SPF lebih tinggi dibandingkan dengan formulasi yang hanya mengandung filter UV (organik/kimiawi (avobenzone dan octyl methoxycinnamate) dan anorganik/fisika (zinc oxide dan titanium dioxide)).

Hasil yang diperoleh mengenai penambahan niacinamide juga sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Suksawad (2011)⁷⁰, disebutkan bahwa niacinamide sebagai komponen dari NADH memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi daripada antioksidan vitamin C dan vitamin E dengan melindungi sel khususnya dari kerusakan akibat radikal bebas. Dan dari penelitian yang telah dilakukan Levin *et al* (2010)⁷¹, disebutkan juga bahwa niacinamide memiliki aktivitas antioksidan yang kuat hal ini diketahui dari berbagai penelitian mengenai penggunaan niacinamide secara topical yang dirangkum sehingga diketahui niacinamide memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Zat tambahan α -tokoferol juga memiliki aktivitas antioksidan meskipun tidak sebaik niacinamide yang dapat dilihat pada tabel hasil diatas, hal ini sejalan dengan teori juga penelitian yang dilakukan oleh Lung dan Dika (2018)³² yang menyebutkan bahwa vitamin E merupakan antioksidan alami yang biasa digunakan sebagai pembanding dengan nilai IC_{50} rata-ratanya 21,759 ppm namun, nilai antioksidannya tidak lebih besar dari Vitamin C (IC_{50} rata-ratanya 14,79

ppm) karena ia hanya memiliki 1 gugus hidroksil (Vitamin C 4 gugus hidroksil) semakin banyak gugus hidroksil semakin polar dan antioksidan semakin tinggi.

Sehingga dari seluruh penelitian yang telah dilakukan baik dari pengujian aktivitas antioksidan, penentuan nilai SPF, pengujian sifat fisik sediaan diketahui bahwasanya sediaan Formula 1 sampai dengan Formula 8 memenuhi syarat ketentuan lotion sesuai SNI dan dari pengujian nilai SPF seluruh formula yang memiliki nilai SPF terbaik yaitu Formula 5 dengan konsentrasi niacinamide 5% dan α -tokoferol 0,2% dengan nilai SPF sebesar 20,61 sehingga Formula 5 ditetapkan sebagai formula terbaik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Fraksionat diklorometan kulit buah sukun yang memiliki nilai SPF ultra yaitu fraksi 1 (24,71) dan formula lotion dari fraksi 1 diklorometan kulit buah sukun yang mempunyai nilai SPF ultra yaitu formula 5 (20,61)
2. Formula lotion fraksi diklorometan kulit buah sukun dengan konsentrasi zat tambahan niacinamide (1%, 2%, 3%, 4% dan 5%) dan alfa-tokoferol (1%, 0,8%, 0,6%, 0,4% dan 0,2%) mempunyai karakteristik fisik yang baik selama 4 minggu penyimpanan. Sediaan lotion berwarna putih kehijauan, bau mawar, bentuk semi padat dan konsistensi lembut dan stabil selama penyimpanan. Homogenitas sediaan stabil. pH, daya sebar, daya lekat dan viskositas berada pada rentang syarat ketentuan SNI.
3. Nilai SPF dari formula 1 sampai formula 7 berturut-turut 15,11; 16,09; 17,62; 19,16; 20,61; 12,61 dan 10,31. Formula terbaik dengan nilai SPF kemampuan ultra (>15) adalah formula 5 (20,61) dengan tingkat keaktifan mencapai 3,09 kali lipat lebih tinggi dibandingkan kontrol positif sediaan komersil merk X

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan ialah :

1. Pada Formula 5 yang memiliki nilai SPF terbaik, perlu dilakukan pengujian lainnya sehingga diketahui potensi lotion fraksionat diklorometan kulit buah sukun selain memiliki aktivitas antioksidan dan nilai SPF yang tinggi
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sediaan lotion fraksionat diklorometan kulit buah sukun ketahap farmakologis dan klinis atau secara in vivo
3. Perlu dilakukan penelitian pengembangan lebih lanjut dari fraksionat diklorometan kulit buah sukun kedalam bentuk sediaan yang lain

DAFTAR PUSTAKA

1. Purwaningsih S, Salamah E, Adnin MN. Efek Fotoprotektif Krim Tabir Surya dengan Penambahan Karaginan dan Buah Bakau Hitam (*Rhizopora mucronata* Lamk.). *J Ilmu dan Teknol Kelaut Trop*. 2015;7(1):1-14.
2. Amin NY Al, Naspiah N, Rusli R. Formulasi Sediaan Krim Anti Aging Berbahan Aktif Ekstrak Buah Libo (*Ficus variegata*, Blume). *Proceeding Mulawarman Pharm Conf*. 2018;8:301-307.
3. Elmarzugi NA, Keleb EI, Mohamed AT, et al. The Relation between Sunscreen and Skin Pathochanges Mini Review Dynamic Characterization of Bio-nanocomplexes View project The Relation between Sunscreen and Skin Pathochanges Mini Review. *Int J Pharm Sci Invent*. 2013;2(7):43-52.
4. Lestari U, Lestari I, Syam NR. Antioxidant Activity and Irritation Test of Peel Off Gel Mask of Pure Palm Oil as Emollient. *Int Pharm Res Pract*. 2018;5(9):182-185.
5. Iskandar B, Sidabutar SEB, Leny. Formulasi dan Evaluasi Lotion Ekstrak Alpukat (*Persea Americana*) sebagai Pelembab Kulit. *J Islam Pharm*. 2021;6(1):14-21.
6. Mohiuddin A, Professor A. Skin Care Creams: Formulation and Use. *Am J Dermatological Res Rev*. 2019;2(8):1-45.
7. Selawa W, Runtuwene MRJ, Citraningtyas G. *Kandungan Flavonoid Dan Kapasitas Antioksidan Total Ekstrak Etanol Daun Binahong (Anredera Cordifolia (Ten.) Steenis.)*. Vol 2.; 2013.
8. Solichah AI, Anwar K, Rohman A, Fakhrudin N. Profil Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Beberapa Tumbuhan Genus *Artocarpus* di Indonesia. *J Food Pharm Sci*. 2021;9(2):443-460.
9. Dewi NK. *Potensi Senyawa DI (2-Etilheksil) Ftalat Sebagai Antioksidan Dari Ekstrak Diklorometana Kulit Buah Sukun (Artocarpus Altilis)*. Universitas Jambi; 2018.
10. Sari EP, Lestari U, Syamsurizal. Uji Sifat Fisikokimia Lotion Fraksionat Ekstrak Diklorometan Kulit Buah *Artocarpus altilis*. *J Ilm Ilmu Terap Univ*

Jambi. 2021;5(2):122-136.

11. Charissa M, Djajadisastra J, Elya B. Uji Aktivitas Antioksidan dan Penghambatan Tirosinase serta Uji Manfaat Gel Ekstrak Kulit Batang Taya (*Nuclea subdita*) terhadap Kulit. *J Kefarmasian Indones*. 2017;6(2):98-107.
12. Himawan HC, Masaenah E, Veronika CEP. Aktivitas Antioksidan dan SPF Sediaan Krim Tabir Surya dari Ekstrak Etanol 70% Kulit Buah Pisang Ambon (*Musa acuminata Colla*). *J Farmamedika*. 2018;3(2):73-81.
13. Schagen SK, Zampeli VA, Makrantonaki E, Zouboulis CC. Discovering the link between nutrition and skin aging. *Dermatoendocrinol*. 2012;4(3):298-307.
14. Sari WP, Berawi KN, Karima N. Managemen Topikal Anti-Aging pada Kulit. *Medula*. 2019;9(1):237-243.
15. Narda M, Bauza G, Valderas P, Granger C. Protective Effects of a Novel Facial Cream Against Environmental Pollution: In Vivo and In Vitro Assessment. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2018;11:571-578.
16. Shanbhag S, Nayak A, Narayan R, Nayak UY. Anti-aging and sunscreens: Paradigm shift in cosmetics. *Adv Pharm Bull*. 2019;9(3):348-359. doi:10.15171/apb.2019.042
17. Mohiudin A. Skin Care Creams: Formulation and Use 2 (8). *Am J Dermatological Res Rev*. 2019;2(8).
18. Matts PJ, Oblong JE, Bissett DL. A Review of the Range of Effects of Niacinamide in Human Skin. *IFSCC Mag*. 2002;5(4):285-289.
19. Asdika R, Fitri EW, Desiana. Perbandingan Efektivitas Klinis Topikal Niacinamide 4% dan Topikal Clindamycin 1% pada Acne Vulgaris Ringan-Sedang di Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Abulyatama. *J Ris dan Inov Pendidik*. 2020;2(1):50-57.
20. Ragone D. *Breadfruit (Artocarpus Altilis (Parkinson) Fosberg)*. Bioversity International; 1997.
21. Mardiana L. *Daun Ajaib Tumpas Penyakit*. Penebar Swadaya Grup; 2012.
22. Mustikarini ED, T. Lestari, G. I. Prayoga. Plasma Nutfah Potensial Bangka

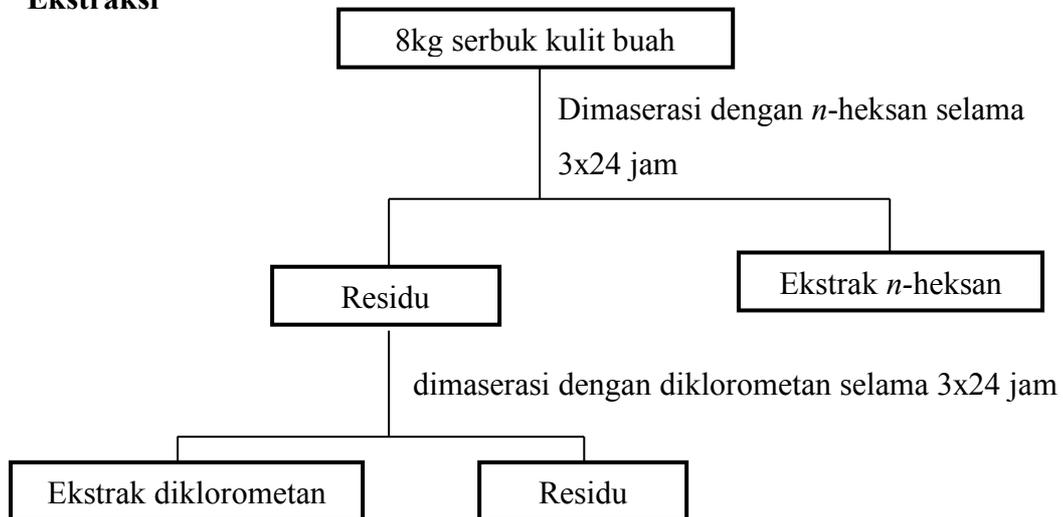
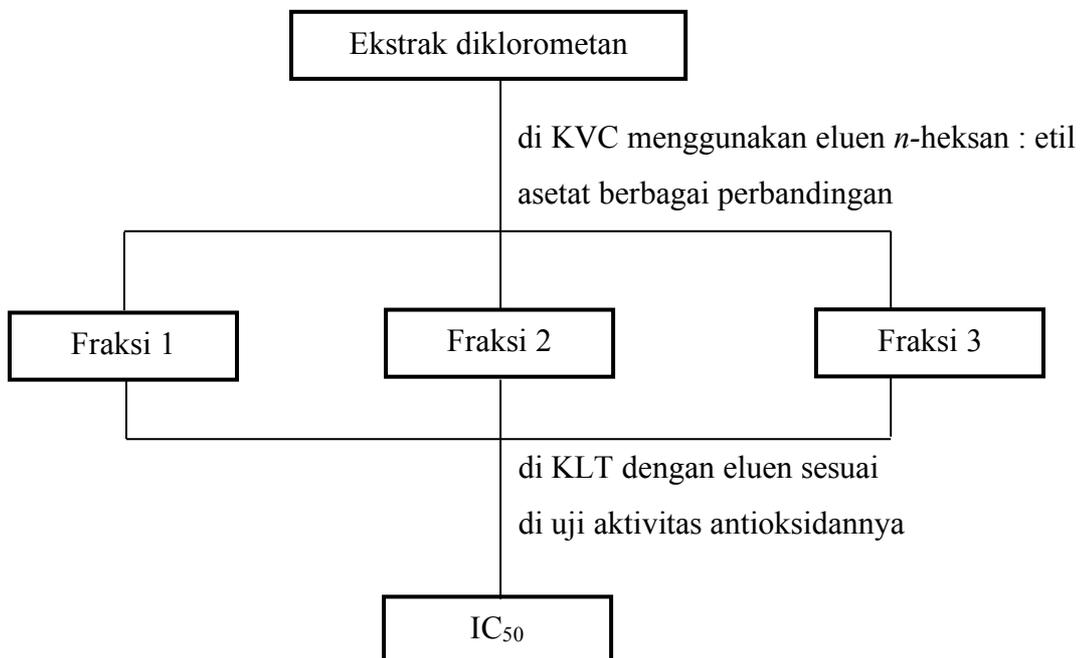
- Belitung. Published online 2019:256-285.
23. Misfadhila S, Azizah Z, Maisarah L. *Penggunaan Metode DPPH Dalam Penentuan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Dan Fraksi Daun Sukun (Artocarpus Altilis (Parkinson Ex F. A. Zorn) Fosberg)*. Vol 11.; 2019.
 24. Junaidi L. *Teknologi Ekstraksi Bahan Aktif Alami*. Percetakan IPB; 2019.
 25. Suryanto E, Wehantouw F. Aktivitas Penangkap Radikal Bebas dari Ekstrak Fenolik Daun Sukun (*Artocarpus altilis* F.). *Chem Prog*. 2009;2(1):1-7.
 26. Leba MAU. *Ekstraksi Dan Real Kromatografi*. Deepublish; 2017.
 27. Supomo, Sa'ada H, Syamsul ES, Kintoko, Witasari HA, Noorcahyati. *Khasiat Tumbuhan Akar Kuning Berbasis Bukti*. Nas Media Pustaka; 2021.
 28. Haryoto, Priyatno E. *Potensi Buah Salak Sebagai Suplemen Obat Dan Pangan*. Muhammadiyah University Press; 2018.
 29. Parwata MOA. *Antioksidan*. Udayana University; 2016.
 30. Noviardi H, Masaenah E, Indraswari K. Potensi Antioksidan dan Tabir Surya Ekstrak Kulit Buah Pisang Ambon Putih (*Musa acuminata* AAA). *J Ilm Farm Bahari*. 2020;11(2):180-188.
 31. Octiviani R, Zaharah TA, Ardiningsih P. Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Metanol Kulit Kayu Batang Sukun (*Artocarpus altilis* Park) yang Tersalut. *J Kim Khatulistiwa*. 2019;8(2):34-40.
 32. Lung JKS, Destiani DP. Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan Metode DPPH. *Farmaka*. 2018;15(1):53-62.
 33. Muthia R, Saputri R, Verawati SA. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Buah Mundar (*Garcinia forbesii* King.) Menggunakan Metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazil). *J Pharmascience*. 2019;6(1):74.
 34. Rizkayanti, Diah AW, Jura MR. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* LAM). *J Akad Kim*. 2017;6(2):125-131.
 35. Nasution PA, Batubara R, Surjanto. Tingkat Kekuatan Antioksidan dan Kesukaan Masyarakat Terhadap Teh Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis*

- Lamk) Berdasarkan Pohon Induksi dan Non-Induksi. *Peronema - For Sci Journal*. 2015;4(1):10-18.
36. Dewi IK, Pramono S, Rohman A, Martien R. *Kosmetik Alam : Tongkol Jagung Sebagai Whitening Agent*. Gracias Logis Kreatif; 2021.
 37. Dwikarya M. *Merawat Kulit Dan Wajah*. Kawan Pustaka; 2003.
 38. Dipahayu D, Arifiyana D. *Kosmetika Bahan Alam*. Graniti; 2019.
 39. Noviyanto F. *Penetapan Kadar Ketoprofen Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. Media Sains Indonesia; 2020.
 40. Gandjar IG, Rohman A. *Spektroskopi Molekuler Untuk Analisis Farmasi*. Gajah Mada University Press; 2018.
 41. Iskandar B, Sidabutar SE, Leny. Formulasi dan Evaluasi Lotion Ekstrak Alpukat (*Persea Americana*) sebagai Pelembab Kulit. *J Islam Pharm*. 2021;6(1):14-21.
 42. Rowe RC, Sheskey PJ, Quinn ME. *Handbook of Pharmaceutical Excipients Sixth Edition*. Pharmaceutical Press; 2009.
 43. Surahman, Herawati M. *Farmakognosi*. Pusdiknakes; 2004.
 44. Soyata A, Chaerunisaa AY. Whitening Agent : Mekanisme, Sumber dari Alam dan Teknologi Formulasinya. *Maj Farmasetika*. 2021;6(2):169.
 45. Mohiuddin AK. Skin Aging & Modern Age Anti-aging Strategies. *Glob J Med Res B Pharma, Drug Discov Toxicol Med*. 2019;19(2):14-60.
 46. Thiele JJ, Ekanayake-Mudiyanselage S. Vitamin E in Human Skin: Organ-Specific Physiology and Considerations for its Use in Dermatology. *Mol Aspects Med*. 2007;28(5-6):646-667.
 47. Shekhar TC, Anju G. *Antioxidant Activity by DPPH Radical Scavenging Method of Ageratum Conyzoides Linn. Leaves*. Vol 1.; 2014.
 48. Alrosyidi AF, H S. Formulasi , Evaluasi Mutu Fisik , dan Uji SPF Krim Tabir Surya Berbahan Dasar Rumput Laut *E. cottonii*. *Maj Farm dan Farmakol*. 2021;25(1):15-19.
 49. Dillasamola D, Lestari U. *Buku Ajar Teknologi Kosmetika*. LPPM Universitas Andalas; 2021.
 50. Lismiati, Lestari U, Syamsurizal. Uji Sifat Fisikokimia Sediaan Sunscreen

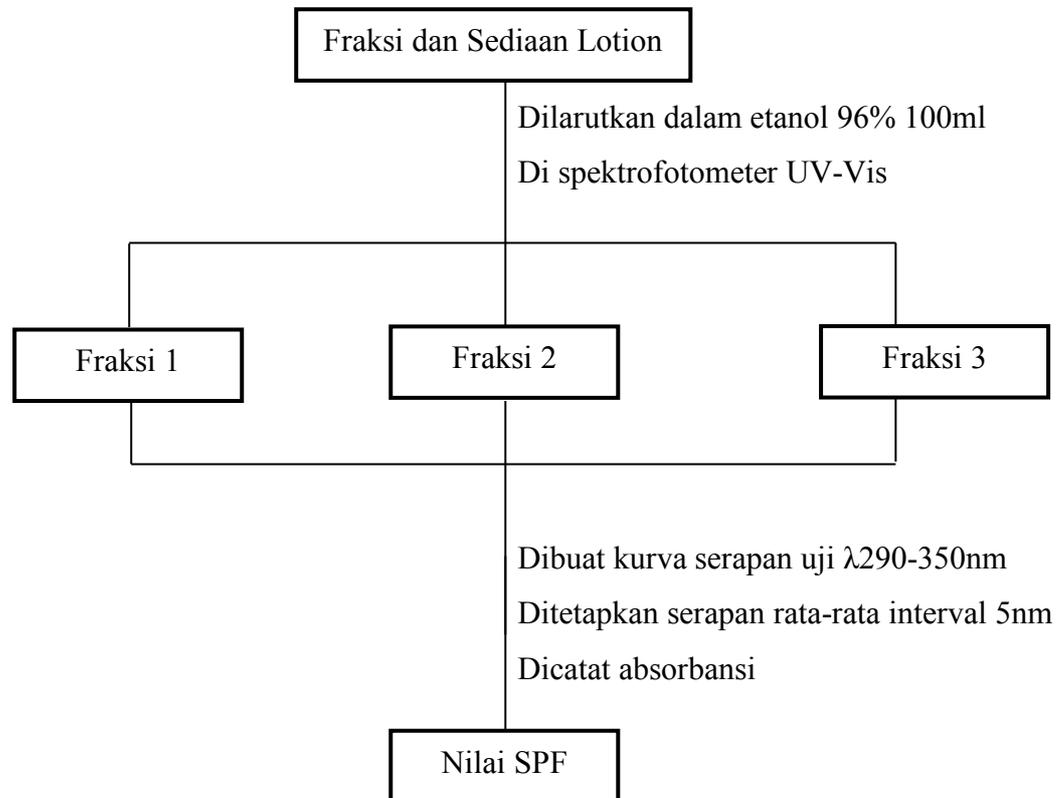
- Fraksionat Ekstrak Diklorometan Kulit Buah *Artocarpus altilis*. *J Farmasetis*. 2021;10(2):123-134.
51. Lestari TP, Octavia DR, Majid A. *Mengenal Produk Wellness (Toga, Jamu Dan Lulur Herbal)*. Rizmedia Pustaka Indonesia; 2022.
 52. Senduk TW, Montolalu LADY, Dotulong V. Rendemen Ekstrak Air Rebusan Daun Tua Mangrove (*Sonnerathia alba*). *J Perikan Dan Kelaut Trop*. 2020;11(1):9.
 53. Kemit N, Widarta IWR, Nocianitri KA. Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Maserasi Terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana* Mill). *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2016;5(2).
 54. Jayanti NW, Astuti MD, Komari N, Rosyidah K. Isolasi dan Uji Toksisitas Senyawa Aktif dari Ekstrak Metilena Klorida (MTC) Lengkuas Putih (*Alpinia galanga* (L) Wild). *Chem Prog*. 2019;5(2):100-108.
 55. Primadiamanti A, Feladita N, Rositasari E. Identifikasi Hidrokuinon pada Krim Pemutih Racikan yang Beredar di Pasar Tengah Bandar Lampung Secara Kromatografi Lapis Tipis (KLT). *J Anal Farm*. 2018;3(4):652-656.
 56. Wulandari L. *Kromatografi Lapis Tipis*.; 2011.
 57. Sholikha M, Febriani A, Nirmala SA. Formulasi Dan Evaluasi Gel Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Sebagai Antioksidan dan Inhibitor Tirosinase. *Sainstech Farma J Ilmu Kefarmasian*. 2021;14(1):34-39.
 58. Cahyani AS, Erwiyani AR. Formulasi dan Uji Sun Protection Factor (SPF) Sediaan Krim Ekstrak Etanol 70 % Daging Buah Labu Kuning (*Curcubita Maxima* Durch) Secara In Vitro. *J Pharm*. 2021;9(1).
 59. Yulianti E, Adelsa A, Putri A. Penentuan nilai SPF (Sun Protection Factor) Ekstrak Etanol 70 % Temu Mangga (*Curcuma mangga*) dan Krim Ekstrak Etanol 70 % Temu Mangga (*Curcuma mangga*) secara In Vitro Menggunakan Metode Spektrofotometri The Determination of SPF (Sun Protection Factor) Val. *Maj Kesehat FKUB*. 2015;2(1).
 60. Avianka V, Mardhiani YD, Santoso R. Studi Pustaka Peningkatan Nilai SPF (Sun Protection Factor) pada Tabir Surya dengan Penambahan Bahan

- Alam. *J Sains dan Kesehat.* 2022;4(1):79-88.
61. Rasyadi Y, Rahim F, Devita S, Merwanta S, Hanifa D. Formulasi dan Uji Stabilitas Handbody Lotion Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Ammona muricata* Linn.). *J Ilm Farm.* 2022;3(1):15-23.
 62. Meliala DIPB, Wahyudi, Nelva. Formulasi Dan Uji Aktivitas Krim Tabir Surya Ekstrak Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Dengan Kombinasi Avobenzon dan Octyl Methoxycinnamate. *J Penelit Farm Herb.* 2020;2(2):50-58.
 63. Sayuti NA. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.). *J Kefarmasian Indones.* 2015;5(2):74-82.
 64. Noer HBM, Sundari. Formulasi Hand dan Body Lotion Ekstrak Kulit Buah Naga Putih (*Hylocereus undatus*) dan Uji Kestabilan Fisiknya. *Kesehatan.* 2016;11(1):101-114.
 65. Ambari Y, Saputri AO, Nurrosyidah LH. Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Body Lotion Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum cannum* Sims.) dengan Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). *As-Syifaa J Farm.* 2021;13(2):86-96.
 66. Azmi HD, Subaidah WA, Juliantoni Y. Optimasi Formula Sediaan Lotion Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Setil Alkohol dan Gliserin. *Acta Pharm Indones Acta Pharm Indo.* 2021;9(1):11.
 67. Hidayat RN, Sabri LM, Awaluddin M. Analisis Desain Jaring Gns Berdasarkan Fungsi Presisi (Studi Kasus: Titik Geoid Geometri Kota Semarang). *J Geod Undip.* 2019;8(1):48-55.
 68. Sugiharta S, Ningsih W. Evaluasi Stabilitas Sifat Fisika Kimia Sediaan Krim Ketoconazole dengan Metode Stabilitas Penyimpanan Jangka Panjang. *Maj Farmasetika.* 2021;6(1):162.
 69. Putri YD, Trilestari RD, Fitri YA. Formulation and In Vitro SPF Evaluation of Breadfruit Leaves (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) Sunscreen Cream. *Indones J Sains dan Teknologi Farm.* 2021;X(1):8-15.

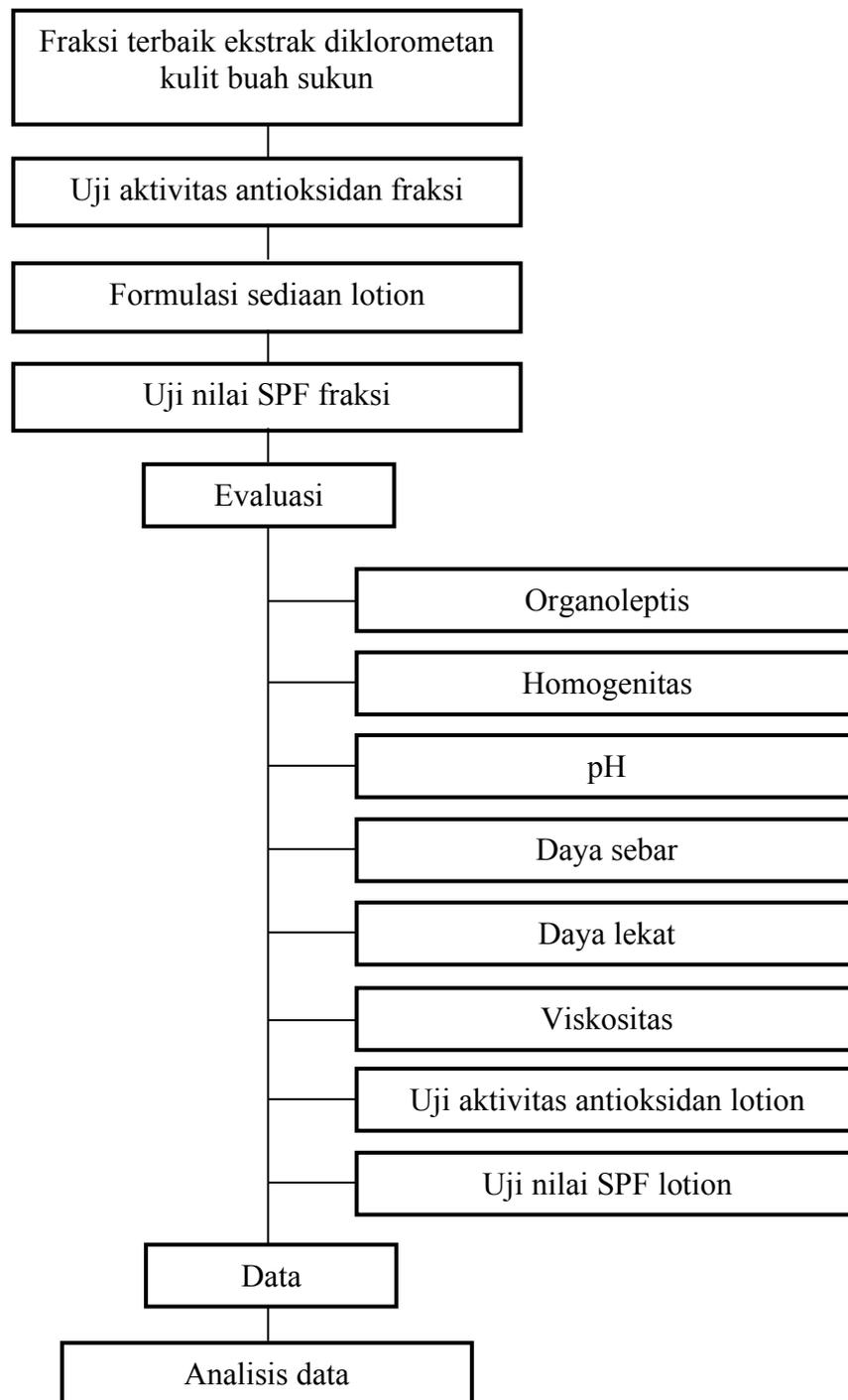
70. Suksawad N. Preparation of Nicotinamide Microemulsi and Formulation Development for Cosmetic Application. Published online 2011.
71. Levin J, Rosso JQ Del, Momin SB. How Much Do We Really Know About Our Favorite Cosmeceutical Ingredients. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2010;3(2):22-41.

DAFTAR LAMPIRAN**Lampiran 1. Skema kerja****Ekstraksi****Fraksinasi dan Uji Antioksidan**

Uji Nilai Sun Protection Factor (SPF)



Formulasi dan Evaluasi



Lampiran 2. Determinasi tanaman sukun (*Artocarpus altilis*)

HERBARIUM UNIVERSITAS ANDALAS (ANDA)
 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas Kampus Limau Manih Padang Sumber
 Indonesia 25163 Telp. +62-751-777427 ext. *811 e-mail: rea_herb@yohos.com
herbariumandala@andala.ac.id

Nomor : 242/K-ID/ANDA/V/2021
 Lampiran : -
 Perihal : Hasil Identifikasi

Kepada yth,
 Eza Permata Sari
 Di _____
 Tempat _____

Dengan hormat,
 Sehubungan dengan surat mengenai bantuan untuk "Identifikasi Tumbuhan" di Herbarium Universitas Andalas Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, kami telah membantu mengidentifikasi tumbuhan yang dibawa, atas nama:

Nama : Eza Permata Sari
 NIM : F1F117009
 Instansi : Farmasi Universitas Jambi

Berikut ini diberikan hasil identifikasi yang dikeluarkan dari Herbarium Universitas Andalas

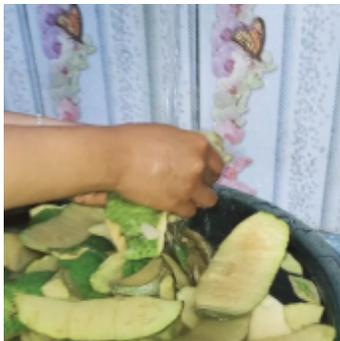
| No | Family | Spesies |
|----|----------|---|
| 1 | Moraceae | <i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg |

Demikian surat ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

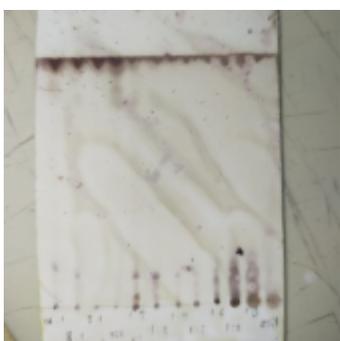
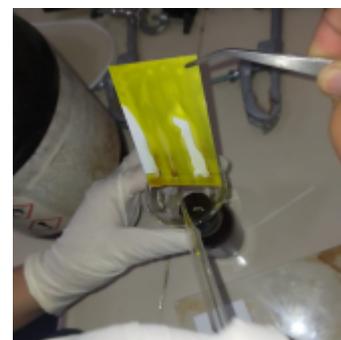
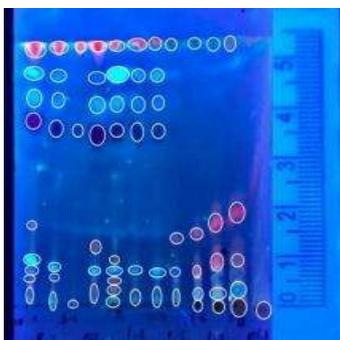
Padang, 28 Mei 2021
 Kepala,

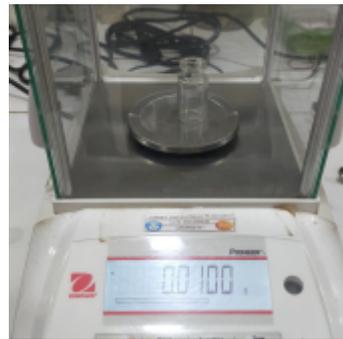
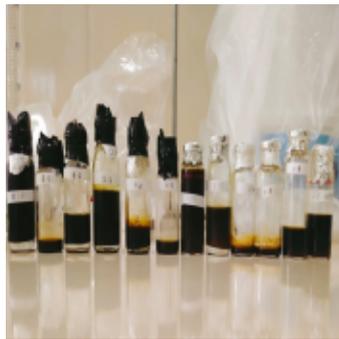
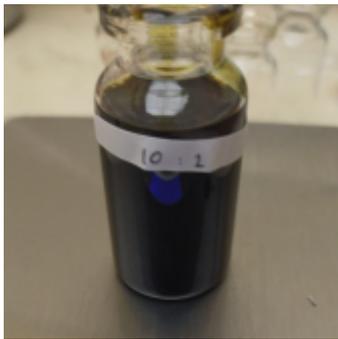
 Dr. Nuramas
 NIP. 196908141995122001

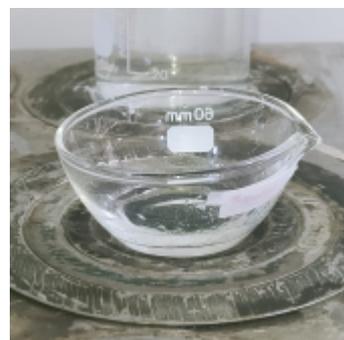
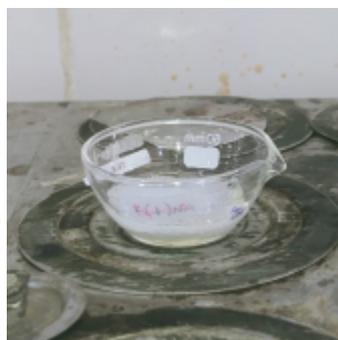
Lampiran 3. Dokumentasi penelitian

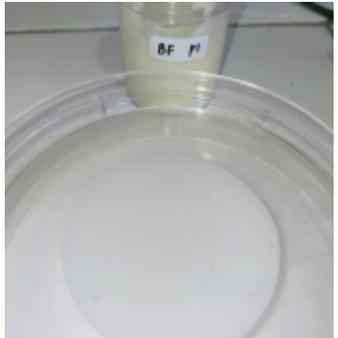
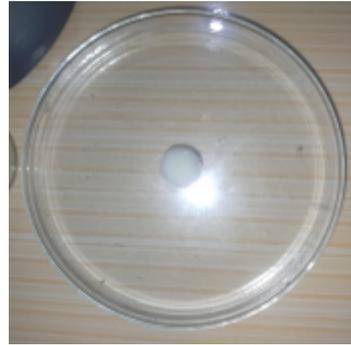


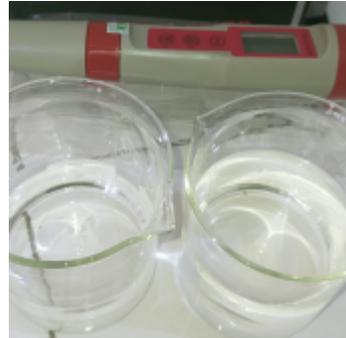












Lampiran 4. Perhitungan *Retardation factor* (Rf) KLT

$$Rf (\textit{Retardation factor}) = \frac{\text{jarak yang ditempuh oleh senyawa (cm)}}{\text{jarak yang ditempuh oleh pelarut (cm)}}$$

Jarak yang ditempuh pelarut = 5,5 cm

Jarak yang ditempuh senyawa

fraksi n-heksan : etil asetat (10:1) = 2,2 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (8:1) = 1,9 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (5:1) = 1,7 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:1) = 1,8 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:2) = 1,9 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:3) = 1,7 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:4) = 1,7 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:5) = 1,7 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:6) = 1,9 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:7) = 2,1 cm

fraksi n-heksan : etil asetat (1:8) = 2,3 cm

fraksi etil asetat 100% = 2,9 cm

Nilai Rf

fraksi n-heksan : etil asetat (10:1)

$$\text{nilai Rf} = \frac{2,2}{5,5} = 0,4$$

fraksi n-heksan : etil asetat (8:1)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,9}{5,5} = 0,35$$

fraksi n-heksan : etil asetat (5:1)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,7}{5,5} = 0,31$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:1)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,8}{5,5} = 0,33$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:2)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,9}{5,5} = 0,35$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:3)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,7}{5,5} = 0,31$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:4)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,7}{5,5} = 0,31$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:5)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,7}{5,5} = 0,31$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:6)

$$\text{nilai Rf} = \frac{1,9}{5,5} = 0,35$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:7)

$$\text{nilai Rf} = \frac{2,1}{5,5} = 0,38$$

fraksi n-heksan : etil asetat (1:8)

$$\text{nilai Rf} = \frac{2,3}{5,5} = 0,42$$

fraksi etil asetat 100%

$$\text{nilai Rf} = \frac{2,9}{5,5} = 0,53$$

Lampiran 5. Aktivitas antioksidan fraksi

| Perlakuan | Pengulangan | Konsentrasi (ppm) | Absorbansi (Abs) | %Inhibisi | Regresi Liner | IC ₅₀ | Rata-rata IC ₅₀ | SD | SEM |
|-----------|-------------|-------------------|------------------|-------------|------------------------|------------------|----------------------------|-------|-------|
| F1 | 1 | 10 | 0,625 | 39,16288125 | $y = 0,3504x + 36,36$ | 38,9269 | 38,608 | 0,161 | 0,093 |
| | | 15 | 0,587 | 42,86177807 | | | | | |
| | | 20 | 0,588 | 42,76443868 | | | | | |
| | | 25 | 0,561 | 45,39260221 | | | | | |
| | | 30 | 0,548 | 46,65801428 | | | | | |
| | 2 | 10 | 0,626 | 39,06554186 | $y = 0,3504x + 36,398$ | 38,8185 | 52 | 879 | 461 |
| | | 15 | 0,586 | 42,95911746 | | | | | |
| | | 20 | 0,586 | 42,95911746 | | | | | |
| | | 25 | 0,56 | 45,4899416 | | | | | |
| | | 30 | 0,549 | 46,56067489 | | | | | |
| | 3 | 10 | 0,626 | 39,06554186 | $y = 0,3543x + 36,321$ | 38,6085 | | | |
| | | 15 | 0,586 | 42,95911746 | | | | | |
| | | 20 | 0,587 | 42,86177807 | | | | | |
| | | 25 | 0,56 | 45,4899416 | | | | | |
| | | 30 | 0,548 | 46,65801428 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------|---|----|-------|-------------|------------------------|---------|---------------|-------|-------|
| F2 | 1 | 10 | 0,672 | 34,58792992 | $y = 0,4711x + 28,962$ | 44,6572 | | | |
| | | 15 | 0,652 | 36,53471772 | | | | | |
| | | 20 | 0,649 | 36,82673589 | | | | | |
| | | 25 | 0,63 | 38,6761843 | | | | | |
| | | 30 | 0,562 | 45,29526282 | | | | | |
| | 2 | 10 | 0,67 | 34,7826087 | $y = 0,4633x + 29,234$ | 44,8219 | 44,675 | 0,137 | 0,079 |
| | | 15 | 0,65 | 36,7293965 | | | | | |
| | | 20 | 0,649 | 36,82673589 | | | | | |
| | | 25 | 0,628 | 38,87086308 | | | | | |
| | | 30 | 0,562 | 45,29526282 | | | | | |
| | 3 | 10 | 0,672 | 34,58792992 | $y = 0,4692x + 29,098$ | 44,5482 | | | |
| | | 15 | 0,649 | 36,82673589 | | | | | |
| | | 20 | 0,649 | 36,82673589 | | | | | |
| | | 25 | 0,628 | 38,87086308 | | | | | |
| | | 30 | 0,562 | 45,29526282 | | | | | |
| F3 | 1 | 10 | 0,677 | 34,10123297 | $y = 0,3504x + 31,687$ | 52,2631 | 52,350 | 0,197 | 0,114 |
| | | 15 | 0,646 | 37,11875406 | | | | | |
| | | 20 | 0,609 | 40,72031149 | | | | | |
| | | 25 | 0,614 | 40,23361454 | | | | | |
| | | 30 | 0,603 | 41,30434783 | | | | | |
| | 2 | 10 | 0,675 | 34,29591175 | $y = 0,3446X + 31,882$ | 52,5769 | 78 | 464 | 006 |
| | | 15 | 0,645 | 37,21609345 | | | | | |
| | | 20 | 0,609 | 40,72031149 | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------|---|----|-------|-------------|---------------|----------|---------------|-------|-------|
| | | 25 | 0,614 | 40,23361454 | | | | | |
| | | 30 | 0,602 | 41,40168722 | | | | | |
| | | 10 | 0,675 | 34,29591175 | | | | | |
| | | 15 | 0,645 | 37,21609345 | | | | | |
| | 3 | 20 | 0,61 | 40,6229721 | $Y =$ | | | | |
| | | 25 | 0,614 | 40,23361454 | $0,3485X +$ | 52,21234 | | | |
| | | 30 | 0,601 | 41,49902661 | 31,804 | | | | |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| | | 10 | 0,618 | 39,84425698 | | | | | |
| | | 15 | 0,575 | 44,02985075 | | | | | |
| | 1 | 20 | 0,529 | 48,50746269 | $y = 1,2024x$ | | | | |
| | | 25 | 0,485 | 52,79039585 | $+ 28,767$ | 20,7354 | | | |
| | | 30 | 0,4 | 61,064244 | | | | | |
| | | 10 | 0,618 | 39,84425698 | | | | | |
| | | 15 | 0,573 | 44,22452953 | | | | | |
| K+ | 2 | 20 | 0,528 | 48,60480208 | $y = 1,0201x$ | | | | |
| | | 25 | 0,485 | 52,79039585 | $+ 28,903$ | 20,6813 | 20,674 | 0,064 | 0,037 |
| | | 30 | 0,4 | 61,064244 | | | 63333 | 359 | 158 |
| | | 10 | 0,616 | 40,03893576 | | | | | |
| | | 15 | 0,573 | 44,22452953 | | | | | |
| | 3 | 20 | 0,527 | 48,70214147 | $y = 1,0162x$ | | | | |
| | | 25 | 0,485 | 52,79039585 | $+ 29,059$ | 20,6072 | | | |
| | | 30 | 0,399 | 61,16158339 | | | | | |

Lampiran 6. Perhitungan antioksidan fraksi

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

KONTROL POSITIF

Pengulangan 1

Absorbansi

Abs blanko = 1,027

Abs 10 ppm = 0,618

Abs 15 ppm = 0,575

Abs 20 ppm = 0,529

Abs 25 ppm = 0,485

Abs 30 ppm = 0,4

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,618}{1,027} \times 100\% = 39,82\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,575}{1,027} \times 100\% = 44,01 \%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,529}{1,027} \times 100\% = 48,51\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,485}{1,027} \times 100\% = 52,79\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,4}{1,027} \times 100\% = 61,06 \%$$

Regresi (y=ax+b)

$$y = 1,024x + 28,767$$

$$50 = 1,024x + 28,767$$

$$x = \frac{50 - 28,767}{1,024} = 20,67$$

$$\text{IC}_{50} = 20,67 \text{ ppm}$$

Pengulangan 2

Absorbansi

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,618$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,573$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,528$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,485$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,4$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,618}{1,027} \times 100\% = 39,82\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,573}{1,027} \times 100\% = 44,22 \%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,528}{1,027} \times 100\% = 48,60\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,485}{1,027} \times 100\% = 52,79\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,4}{1,027} \times 100\% = 61,06 \%$$

Regresi ($y=ax+b$)

$$y = 1,0201x + 28,903$$

$$50 = 1,0201x + 28,903$$

$$x = \frac{50 - 28,903}{1,0201} = 20,68$$

$$\text{IC}_{50} = 20,68 \text{ ppm}$$

Pengulangan 3

Absorbansi

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,616$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,573$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,527$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,485$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,399$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,616}{1,027} \times 100\% = 40,04\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,573}{1,027} \times 100\% = 44,22 \%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,527}{1,027} \times 100\% = 48,70\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,485}{1,027} \times 100\% = 52,79\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,399}{1,027} \times 100\% = 61,16 \%$$

Regresi (y=ax+b)

$$y = 1,0162x + 29,059$$

$$50 = 1,0162x + 29,059$$

$$x = \frac{50 - 29,059}{1,0162} = 20,67$$

IC₅₀ = 20,61 ppm

$$\text{Rata-rata IC}_{50} = \frac{20,74 + 20,68 + 20,61}{3} = 20,67$$

FRAKSI 1

Pengulangan 1

Absorbansi

Abs blanko = 1,027

Abs 10 ppm = 0,625

Abs 15 ppm = 0,587

Abs 20 ppm = 0,588

Abs 25 ppm = 0,561

Abs 30 ppm = 0,548

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,625}{1,027} \times 100\% = 39,16\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,587}{1,027} \times 100\% = 42,86\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,588}{1,027} \times 100\% = 42,76\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,561}{1,027} \times 100\% = 45,39\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,548}{1,027} \times 100\% = 46,66\%$$

Regresi ($y=ax+b$)

$$y = 0,3504x + 36,36$$

$$50 = 0,3504x + 36,36$$

$$x = \frac{50 - 36,36}{0,3504} = 38,93$$

$$\text{IC}_{50} = 38,93 \text{ ppm}$$

Pengulangan 2

Absorbansi

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,626$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,586$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,586$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,56$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,549$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,626}{1,027} \times 100\% = 39,06\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,586}{1,027} \times 100\% = 42,96\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,586}{1,027} \times 100\% = 42,96\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,56}{1,027} \times 100\% = 45,49\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,549}{1,027} \times 100\% = 46,56 \%$$

Regresi (y=ax+b)

$$y = 0,3504x + 36,398$$

$$50 = 0,3504x + 36,398$$

$$x = \frac{50 - 36,398}{0,3504} = 38,82$$

$$\text{IC}_{50} = 38,82 \text{ ppm}$$

Pengulangan 3

Absorbansi

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,626$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,586$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,587$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,56$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,548$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,626}{1,027} \times 100\% = 39,07\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,586}{1,027} \times 100\% = 42,96\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,587}{1,027} \times 100\% = 42,86\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,56}{1,027} \times 100\% = 45,49\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,548}{1,027} \times 100\% = 46,66\%$$

Regresi ($y=ax+b$)

$$y = 0,3543x + 36,321$$

$$50 = 0,3543x + 36,321$$

$$x = \frac{50 - 36,321}{0,3543} = 38,61$$

IC₅₀ = 38,61 ppm

$$\text{Rata-rata IC}_{50} = \frac{38,93+38,82+38,61}{3} = 38,61$$

FRAKSI 2

Pengulangan 1

Absorbansi

Abs blanko = 1,027

Abs 10 ppm = 0,672

Abs 15 ppm = 0,652

Abs 20 ppm = 0,649

Abs 25 ppm = 0,63

Abs 30 ppm = 0,562

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,672}{1,027} \times 100\% = 34,59\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,652}{1,027} \times 100\% = 36,53\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,649}{1,027} \times 100\% = 36,83\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,63}{1,027} \times 100\% = 38,68\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,562}{1,027} \times 100\% = 45,3\%$$

Regresi (y=ax+b)

$$y = 0,4711x + 28,962$$

$$50 = 0,4711x + 28,962$$

$$x = \frac{50 - 28,962}{0,4711} = 44,66$$

$$\text{IC}_{50} = 44,66 \text{ ppm}$$

Pengulangan 2

Absorbansi

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,67$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,65$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,649$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,628$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,562$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,67}{1,027} \times 100\% = 34,78\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,65}{1,027} \times 100\% = 36,73\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,649}{1,027} \times 100\% = 36,83\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,628}{1,027} \times 100\% = 38,87\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,562}{1,027} \times 100\% = 45,30\%$$

Regresi ($y=ax+b$)

$$y = 0,4633x + 29,234$$

$$50 = 0,4633x + 29,234$$

$$x = \frac{50 - 29,234}{0,4633} = 44,82$$

$$\text{IC}_{50} = 44,82 \text{ ppm}$$

Pengulangan 3

Absorbansi

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,672$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,649$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,649$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,628$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,562$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,672}{1,027} \times 100\% = 34,59\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,649}{1,027} \times 100\% = 36,83\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,649}{1,027} \times 100\% = 36,83\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,628}{1,027} \times 100\% = 38,87\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,562}{1,027} \times 100\% = 45,3\%$$

Regresi ($y=ax+b$)

$$y = 0,4692x + 29,098$$

$$50 = 0,4692x + 29,098$$

$$x = \frac{50 - 29,098}{0,4692} = 44,55$$

$$\text{IC}_{50} = 44,55 \text{ ppm}$$

$$\text{Rata-rata IC}_{50} = \frac{44,66 + 44,82 + 44,55}{3} = 44,68$$

FRAKSI 3

Pengulangan 1

Absorbansi

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,677$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,646$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,609$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,614$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,603$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,677}{1,027} \times 100\% = 34,1\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,646}{1,027} \times 100\% = 37,12\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,609}{1,027} \times 100\% = 40,72\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,614}{1,027} \times 100\% = 40,23\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,603}{1,027} \times 100\% = 41,3\%$$

Regresi ($y=ax+b$)

$$y = 0,3504x + 31,687$$

$$50 = 0,3504x + 31,687$$

$$x = \frac{50 - 31,687}{0,3504} = 52,26$$

$$\text{IC}_{50} = 52,26 \text{ ppm}$$

Pengulangan 2**Absorbansi**

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,675$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,645$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,609$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,614$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,603$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,675}{1,027} \times 100\% = 34,3\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,645}{1,027} \times 100\% = 37,22\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,609}{1,027} \times 100\% = 40,72\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,614}{1,027} \times 100\% = 40,23\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,603}{1,027} \times 100\% = 41,3\%$$

Regresi (y=ax+b)

$$y = 0,3446x + 31,882$$

$$50 = 0,3446x + 31,882$$

$$x = \frac{50 - 31,882}{0,3446} = 52,58$$

$$\text{IC}_{50} = 52,58 \text{ ppm}$$

Pengulangan 3**Absorbansi**

$$\text{Abs blanko} = 1,027$$

$$\text{Abs 10 ppm} = 0,675$$

$$\text{Abs 15 ppm} = 0,645$$

$$\text{Abs 20 ppm} = 0,61$$

$$\text{Abs 25 ppm} = 0,614$$

$$\text{Abs 30 ppm} = 0,601$$

% inhibisi

Konsentrasi 10 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,675}{1,027} \times 100\% = 34,3\%$$

Konsentrasi 15 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,645}{1,027} \times 100\% = 37,22\%$$

Konsentrasi 20 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,61}{1,027} \times 100\% = 40,62\%$$

Konsentrasi 25 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,614}{1,027} \times 100\% = 40,23\%$$

Konsentrasi 30 ppm

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{1,027 - 0,601}{1,027} \times 100\% = 41,5\%$$

Regresi (y=ax+b)

$$y = 0,3485x + 31,804$$

$$50 = 0,3485x + 31,804$$

$$x = \frac{50 - 31,804}{0,3485} = 52,21$$

IC₅₀ = 52,21 ppm

$$\text{Rata-rata IC}_{50} = \frac{52,26 + 52,58 + 52,21}{3} = 52,35$$

Lampiran 7. Nilai SPF fraksionat diklorometan kulit buah sukun

| Perlakuan | Pengulangan | P.Gel | Absorbansi (Abs) | EE x I | Hasil | SPF | Rata-Rata |
|------------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|--------------|------------|------------------|
| F1 | 1 | 320 | 2,72359 | 0,018 | 0,4902462 | 25,2192373 | 24,711851 ± 0,46 |
| | | 315 | 2,80874 | 0,0839 | 2,35653286 | | |
| | | 310 | 2,74574 | 0,1864 | 5,11805936 | | |
| | | 305 | 2,63652 | 0,3278 | 8,64251256 | | |
| | | 300 | 2,43875 | 0,2874 | 7,0089675 | | |
| | | 295 | 1,75405 | 0,0817 | 1,43305885 | | |
| | | 290 | 1,1324 | 0,015 | 0,16986 | | |
| | 2 | 320 | 2,70003 | 0,018 | 0,4860054 | 24,3215423 | |
| | | 315 | 2,69242 | 0,0839 | 2,25894038 | | |
| | | 310 | 2,90104 | 0,1864 | 5,40753856 | | |
| | | 305 | 2,49738 | 0,3278 | 8,18641164 | | |
| | | 300 | 2,24219 | 0,2874 | 6,44405406 | | |
| | | 295 | 1,6689 | 0,0817 | 1,3634913 | | |
| | | 290 | 1,16734 | 0,015 | 0,175101 | | |
| | 3 | 320 | 2,75549 | 0,018 | 0,4959882 | 24,5947734 | |
| | | 315 | 2,74082 | 0,0839 | 2,29954798 | | |
| | | 310 | 2,86805 | 0,1864 | 5,3460452 | | |
| | | 305 | 2,51566 | 0,3278 | 8,24633348 | | |
| | | 300 | 2,29059 | 0,2874 | 6,58315566 | | |
| | | 295 | 1,78817 | 0,0817 | 1,46093489 | | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|----------|-----------|----------------------|
| | | 290 | 1,08512 | 0,015 | 0,162768 | | |
| | | 320 | 1,289 | 0,018 | 0,23202 | | |
| | | 315 | 1,336 | 0,0839 | 1,120904 | | |
| | | 310 | 1,394 | 0,1864 | 2,598416 | | |
| | 1 | 305 | 1,486 | 0,3278 | 4,871108 | 14,438026 | |
| | | 300 | 1,521 | 0,2874 | 4,371354 | | |
| | | 295 | 1,372 | 0,0817 | 1,120924 | | |
| | | 290 | 0,822 | 0,015 | 0,1233 | | |
| | | 320 | 1,315 | 0,018 | 0,2367 | | |
| | | 315 | 1,354 | 0,0839 | 1,136006 | | |
| | | 310 | 1,398 | 0,1864 | 2,605872 | | |
| F2 | 2 | 305 | 1,405 | 0,3278 | 4,60559 | 14,433836 | 14,5762567 ± 0,24 |
| | | 300 | 1,576 | 0,2874 | 4,529424 | | |
| | | 295 | 1,432 | 0,0817 | 1,169944 | | |
| | | 290 | 1,002 | 0,015 | 0,1503 | | |
| | | 320 | 1,301 | 0,018 | 0,23418 | | |
| | | 315 | 1,376 | 0,0839 | 1,154464 | | |
| | | 310 | 1,495 | 0,1864 | 2,78668 | | |
| | 3 | 305 | 1,502 | 0,3278 | 4,923556 | 14,856908 | |
| | | 300 | 1,566 | 0,2874 | 4,500684 | | |
| | | 295 | 1,382 | 0,0817 | 1,129094 | | |
| | | 290 | 0,855 | 0,015 | 0,12825 | | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|------------|------------|------------|
| | | 320 | 0,91921 | 0,018 | 0,1654578 | | |
| | | 315 | 0,93995 | 0,0839 | 0,78861805 | | |
| | | 310 | 0,99745 | 0,1864 | 1,8592468 | | |
| | 1 | 305 | 1,08158 | 0,3278 | 3,54541924 | 10,7570203 | |
| | | 300 | 1,15673 | 0,2874 | 3,32444202 | | |
| | | 295 | 1,15623 | 0,0817 | 0,94463991 | | |
| | | 290 | 0,86131 | 0,015 | 0,1291965 | | |
| | | 320 | 0,86164 | 0,018 | 0,1550952 | | |
| | | 315 | 0,87858 | 0,0839 | 0,73712862 | | |
| | | 310 | 0,92365 | 0,1864 | 1,7216836 | | 10,3234214 |
| F3 | 2 | 305 | 1,00292 | 0,3278 | 3,28757176 | 10,0667461 | $\pm 0,38$ |
| | | 300 | 1,09123 | 0,2874 | 3,13619502 | | |
| | | 295 | 1,10776 | 0,0817 | 0,90503992 | | |
| | | 290 | 0,82688 | 0,015 | 0,124032 | | |
| | | 320 | 0,86456 | 0,018 | 0,1556208 | | |
| | | 315 | 0,88367 | 0,0839 | 0,74139913 | | |
| | | 310 | 0,93539 | 0,1864 | 1,74356696 | | |
| | 3 | 305 | 1,00793 | 0,3278 | 3,30399454 | 10,1464977 | |
| | | 300 | 1,0958 | 0,2874 | 3,1493292 | | |
| | | 295 | 1,12721 | 0,0817 | 0,92093057 | | |
| | | 290 | 0,87771 | 0,015 | 0,1316565 | | |

Lampiran 8. Perhitungan nilai SPF fraksi

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Nilai CF (Correction Factor) = 10

Nilai EE (Erythematous Effect Spectrum) x I (Solar Intensity Spectrum)

| | |
|-----------------------|----------|
| Panjang Gelombang 290 | = 0,015 |
| Panjang Gelombang 295 | = 0,0817 |
| Panjang Gelombang 300 | = 0,2874 |
| Panjang Gelombang 305 | = 0,3278 |
| Panjang Gelombang 310 | = 0,1864 |
| Panjang Gelombang 315 | = 0,0839 |
| Panjang Gelombang 320 | = 0,0180 |
| Total | = 1 |

FRAKSI 1

Pengulangan 1

| | |
|---------|--------------------------------|
| Abs 320 | = 2,72359 |
| | = 10 x 0,018 x 2,72359 = 0,49 |
| Abs 315 | = 2,80874 |
| | = 10 x 0,0839 x 2,80874 = 2,36 |
| Abs 310 | = 2,74574 |
| | = 10 x 0,1864 x 2,74574 = 5,12 |
| Abs 305 | = 2,63652 |
| | = 10 x 0,3278 x 2,63652 = 8,64 |
| Abs 300 | = 2,43875 |
| | = 10 x 0,2874 x 2,43875 = 7,01 |
| Abs 295 | = 1,75405 |
| | = 10 x 0,0817 x 1,75405 = 1,43 |
| Abs 290 | = 1,1324 |
| | = 10 x 0,015 x 1,1324 = 0,17 |

Nilai SPF = $\frac{0,49+2,36+5,12+8,64+7,01+1,43+0,17}{7} = 25,22$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 2,70003 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 2,70003 = 0,49 \\
 \text{Abs 315} &= 2,69242 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 2,69242 = 2,26 \\
 \text{Abs 310} &= 2,90104 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 2,90104 = 5,41 \\
 \text{Abs 305} &= 2,49738 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 2,49738 = 8,19 \\
 \text{Abs 300} &= 2,24219 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 2,24219 = 6,44 \\
 \text{Abs 295} &= 1,6689 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,6689 = 1,36 \\
 \text{Abs 290} &= 1,16734 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 1,16734 = 0,18 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,49+2,26+5,41+8,19+6,44+1,36+0,18}{7} = 24,32
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 2,75549 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 2,75549 = 0,5 \\
 \text{Abs 315} &= 2,74082 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 2,74082 = 2,3 \\
 \text{Abs 310} &= 2,86805 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 2,86805 = 5,35 \\
 \text{Abs 305} &= 2,51566 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 2,51566 = 8,27 \\
 \text{Abs 300} &= 2,29059 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 2,29059 = 6,58 \\
 \text{Abs 295} &= 1,78817 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,78817 = 1,46 \\
 \text{Abs 290} &= 1,08512 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 1,08512 = 0,16 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,5+2,3+5,35+8,27+6,58+1,46+0,16}{7} = 24,59
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata nilai SPF} = \frac{25,22+24,32+24,59}{3} = 24,71$$

FRAKSI 2**Pengulangan 1**

$$\text{Abs 320} = 1,289$$

$$= 10 \times 0,018 \times 1,289 = 0,23$$

$$\text{Abs 315} = 1,336$$

$$= 10 \times 0,0839 \times 1,336 = 1,12$$

$$\text{Abs 310} = 1,394$$

$$= 10 \times 0,1864 \times 1,394 = 2,6$$

$$\text{Abs 305} = 1,486$$

$$= 10 \times 0,3278 \times 1,486 = 4,87$$

$$\text{Abs 300} = 1,521$$

$$= 10 \times 0,2874 \times 1,521 = 4,37$$

$$\text{Abs 295} = 1,372$$

$$= 10 \times 0,0817 \times 1,372 = 1,12$$

$$\text{Abs 290} = 0,822$$

$$= 10 \times 0,015 \times 0,822 = 0,12$$

$$\text{Nilai SPF} = \frac{0,23+1,12+2,6+4,87+4,37+1,12+0,12}{7} = 14,44$$

Pengulangan 2

$$\text{Abs 320} = 1,315$$

$$= 10 \times 0,018 \times 1,315 = 0,24$$

$$\text{Abs 315} = 1,354$$

$$= 10 \times 0,0839 \times 1,354 = 1,14$$

$$\text{Abs 310} = 1,398$$

$$= 10 \times 0,1864 \times 1,398 = 2,61$$

$$\text{Abs 305} = 1,405$$

$$= 10 \times 0,3278 \times 1,405 = 4,61$$

$$\text{Abs 300} = 1,576$$

$$= 10 \times 0,2874 \times 1,576 = 4,53$$

$$\text{Abs 295} = 1,432$$

$$= 10 \times 0,0817 \times 1,432 = 1,17$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 290} &= 1,002 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 1,002 = 0,15 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,24+1,14+2,61+4,61+4,53+1,17+0,15}{7} = 14,43
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 1,301 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 1,301 = 0,23 \\
 \text{Abs 315} &= 1,376 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 1,376 = 1,15 \\
 \text{Abs 310} &= 1,495 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,495 = 2,79 \\
 \text{Abs 305} &= 1,502 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,502 = 4,92 \\
 \text{Abs 300} &= 1,566 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,566 = 4,5 \\
 \text{Abs 295} &= 1,382 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,382 = 1,13 \\
 \text{Abs 290} &= 1,855 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 1,855 = 0,13 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,23+1,15+2,79+4,92+4,5+1,13+0,13}{7} = 14,86
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata nilai SPF} = \frac{14,44+14,43+14,86}{3} = 14,58$$

FRAKSI 3**Pengulangan 1**

$$\text{Abs 320} = 0,91921$$

$$= 10 \times 0,018 \times 0,91921 = 0,17$$

$$\text{Abs 315} = 0,93995$$

$$= 10 \times 0,0839 \times 0,93995 = 0,79$$

$$\text{Abs 310} = 0,99745$$

$$= 10 \times 0,1864 \times 0,99745 = 1,86$$

$$\text{Abs 305} = 1,08158$$

$$= 10 \times 0,3278 \times 1,08158 = 3,55$$

$$\text{Abs 300} = 1,15673$$

$$= 10 \times 0,2874 \times 1,15673 = 3,32$$

$$\text{Abs 295} = 1,15623$$

$$= 10 \times 0,0817 \times 1,15623 = 0,94$$

$$\text{Abs 290} = 0,86131$$

$$= 10 \times 0,015 \times 0,86131 = 0,13$$

$$\text{Nilai SPF} = \frac{0,17+0,79+1,86+3,55+3,32+0,94+0,13}{7} = 10,76$$

Pengulangan 2

$$\text{Abs 320} = 0,86164$$

$$= 10 \times 0,018 \times 0,86164 = 0,16$$

$$\text{Abs 315} = 0,87858$$

$$= 10 \times 0,0839 \times 0,87858 = 0,74$$

$$\text{Abs 310} = 0,92365$$

$$= 10 \times 0,1864 \times 0,92365 = 1,72$$

$$\text{Abs 305} = 1,00292$$

$$= 10 \times 0,3278 \times 1,00292 = 3,29$$

$$\text{Abs 300} = 1,09123$$

$$= 10 \times 0,2874 \times 1,09123 = 3,14$$

$$\text{Abs 295} = 1,10776$$

$$= 10 \times 0,0817 \times 1,10776 = 0,91$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 290} &= 0,82688 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,82688 = 0,12 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,16+0,74+1,72+3,29+3,14+0,91+0,12}{7} = 10,07
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,86456 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,86456 = 0,15 \\
 \text{Abs 315} &= 0,88367 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,88367 = 0,74 \\
 \text{Abs 310} &= 0,93539 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,93539 = 1,74 \\
 \text{Abs 305} &= 1,00793 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,00793 = 3,3 \\
 \text{Abs 300} &= 1,0958 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,0958 = 3,15 \\
 \text{Abs 295} &= 1,12721 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,12721 = 0,92 \\
 \text{Abs 290} &= 0,87771 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 1,87771 = 0,13 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,15+0,74+1,74+3,3+3,15+0,92+0,13}{7} = 10,15
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata nilai SPF} = \frac{10,76+10,07+10,15}{3} = 10,32$$

Lampiran 11. Hasil uji pH pada suhu 4°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 6.12 ± | 6.15 ± | 6.18 ± | 6.20 ± | 6.27 ± | 6.29 ± | 6.32 ± | 6.23 ± | 6.21 ± | 6.19 ± |
| | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 |
| F2 | 6.01 ± | 6.05 ± | 6.12 ± | 6.20 ± | 6.19 ± | 6.22 ± | 6.26 ± | 6.13 ± | 6.17 ± | 6.16 ± |
| | 0.10 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| F3 | 5.64 ± | 5.66 ± | 5.72 ± | 5.85 ± | 5.97 ± | 6.06 ± | 6.08 ± | 5.82 ± | 5.87 ± | 5.90 ± |
| | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.06 |
| F4 | 5.45 ± | 5.48 ± | 5.56 ± | 5.60 ± | 5.74 ± | 5.79 ± | 5.84 ± | 5.67 ± | 5.68 ± | 5.69 ± |
| | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.04 |
| F5 | 5.08 ± | 5.15 ± | 5.19 ± | 5.22 ± | 5.28 ± | 5.36 ± | 5.38 ± | 5.25 ± | 5.22 ± | 5.20 ± |
| | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.06 |
| K- | 6.30 ± | 6.32 ± | 6.37 ± | 6.40 ± | 6.52 ± | 6.45 ± | 6.53 ± | 6.38 ± | 6.34 ± | 6.36 ± |
| | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |
| B | 6.45 ± | 6.42 ± | 6.46 ± | 6.48 ± | 6.51 ± | 6.53 ± | 6.50 ± | 6.46 ± | 6.50 ± | 6.46 ± |
| | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.06 |
| K+ | 4.52 ± | 4.59 ± | 4.62 ± | 4.76 ± | 4.70 ± | 4.80 ± | 4.98 ± | 4.73 ± | 4.69 ± | 4.64 ± |
| | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.04 |

Lampiran 12. Hasil uji pH pada suhu 25°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 6.15 ± | 6.18 ± | 6.21 ± | 6.24± | 6.28 ± | 6.30 ± | 6.33 ± | 6.26 ± | 6.19 ± | 6.15 ± |
| | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| F2 | 6.06 ± | 6.07 ± | 6.13 ± | 6.18 ± | 6.24 ± | 6.27 ± | 6.29 ± | 6.18 ± | 6.13 ± | 6.11 ± |
| | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| F3 | 5.67 ± | 5.71 ± | 5.78 ± | 5.82± | 5.99 ± | 6.08 ± | 6.12 ± | 5.96 ± | 5.94± | 5.93 ± |
| | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0.09 | 0.03 | 0.08 | 0.09 | 0.05 |
| F4 | 5.48 ± | 5.51 ± | 5.64 ± | 5.67 ± | 5.70 ± | 5.82 ± | 5.85 ± | 5.76 ± | 5.78 ± | 5.79 ± |
| | 0.13 | 0.09 | 0.09 | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.03 |
| F5 | 5.16 ± | 5.18 ± | 5.17 ± | 5.21 ± | 5.29 ± | 5.37 ± | 5.41 ± | 5.26 ± | 5.21 ± | 5.22 ± |
| | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| K- | 6.35 ± | 6.38 ± | 6.42 ± | 6.43± | 6.54 ± | 6.46 ± | 6.56 ± | 6.47 ± | 6.38 ± | 6.37 ± |
| | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | 0.03 |
| B | 6.50 ± | 6.45 ± | 6.46 ± | 6.60 ± | 6.53 ± | 6.62 ± | 6.65 ± | 6.54 ± | 6.48 ± | 6.54 ± |
| | 0.03 | 0.04 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.04 |
| K+ | 4.83 ± | 4.86 ± | 4.93 ± | 5.02 ± | 5.10 ± | 5.15 ± | 5.12 ± | 4.96 ± | 4.91 ± | 4.92 ± |
| | 0.10 | 0.12 | 0.16 | 0.04 | 0.10 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.17 | 0.07 |

Lampiran 13. Hasil uji pH pada suhu 40°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 6.17 ± 0.07 | 6.19 ± 0.03 | 6.24 ± 0.03 | 6.29 ± 0.08 | 6.31 ± 0.06 | 6.32 ± 0.04 | 6.36 ± 0.09 | 6.27 ± 0.05 | 6.29 ± 0.05 | 6.24 ± 0.03 |
| F2 | 6.09 ± 0.04 | 6.14 ± 0.03 | 6.16 ± 0.05 | 6.24 ± 0.08 | 6.27 ± 0.07 | 6.28 ± 0.05 | 6.31 ± 0.03 | 6.21 ± 0.04 | 6.22 ± 0.02 | 6.19 ± 0.04 |
| F3 | 5.73 ± 0.05 | 5.87 ± 0.08 | 5.94 ± 0.04 | 5.98 ± 0.05 | 6.10 ± 0.03 | 6.12 ± 0.04 | 6.17 ± 0.04 | 5.96 ± 0.09 | 6.00 ± 0.011 | 6.01 ± 0.07 |
| F4 | 5.52 ± 0.11 | 5.54 ± 0.04 | 5.60 ± 0.08 | 5.68 ± 0.04 | 5.75 ± 0.06 | 5.90 ± 0.11 | 5.89 ± 0.04 | 5.80 ± 0.08 | 5.86 ± 0.07 | 5.80 ± 0.06 |
| F5 | 5.17 ± 0.06 | 5.19 ± 0.07 | 5.25 ± 0.06 | 5.23 ± 0.03 | 5.33 ± 0.05 | 5.38 ± 0.04 | 5.42 ± 0.05 | 5.42 ± 0.07 | 5.39 ± 0.06 | 5.34 ± 0.06 |
| K- | 6.50 ± 0.08 | 6.56 ± 0.04 | 6.57 ± 0.05 | 6.60 ± 0.05 | 6.69 ± 0.04 | 6.72 ± 0.04 | 6.76 ± 0.05 | 6.65 ± 0.03 | 6.64 ± 0.06 | 6.58 ± 0.04 |
| B | 6.53 ± 0.05 | 6.68 ± 0.03 | 6.60 ± 0.04 | 6.67 ± 0.05 | 6.72 ± 0.04 | 6.78 ± 0.04 | 6.83 ± 0.04 | 6.69 ± 0.04 | 6.70 ± 0.08 | 6.74 ± 0.04 |
| K+ | 4.99 ± 0.05 | 5.05 ± 0.07 | 5.09 ± 0.03 | 5.12 ± 0.03 | 5.10 ± 0.06 | 5.17 ± 0.04 | 5.20 ± 0.08 | 5.00 ± 0.08 | 5.10 ± 0.07 | 5.15 ± 0.02 |

Keterangan : nilai pH diatas merupakan pH rata-rata dari tiga kali pengulangan ± simpangan baku untuk penyimpanan suhu 4°C, suhu 25°C dan suhu 40°C

Lampiran 14. Hasil uji statistik pH

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Unstandardized Residual |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|
| N | | 240 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 0E-7 |
| | Std. Deviation | ,29669197 |
| | Absolute | ,073 |
| Most Extreme Differences | Positive | ,066 |
| | Negative | -,073 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,133 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,154 |

Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: pH Lotion

| F | df1 | df2 | Sig. |
|-------|-----|-----|------|
| 2,320 | 23 | 216 | ,824 |

Uji Two Way ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH Lotion

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|-----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | 72,763 ^a | 23 | 3,164 | 326,641 | ,000 |
| Intercept | 8379,671 | 1 | 8379,671 | 865196,773 | ,000 |
| Formula_Sediaan | 71,209 | 7 | 10,173 | 1050,328 | ,000 |
| Suhu_Sediaan | ,978 | 2 | ,489 | 50,481 | ,000 |
| Formula_Sediaan * | ,576 | 14 | ,041 | 4,248 | ,000 |
| Suhu_Sediaan | | | | | |
| Error | 2,092 | 216 | ,010 | | |
| Total | 8454,526 | 240 | | | |
| Corrected Total | 74,855 | 239 | | | |

Lampiran 15. Hasil uji daya sebar pada suhu 4°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 5,66 ± | 5,60 ± | 5,67 ± | 5,58 ± | 5,64 ± | 5,58 ± | 5,60 ± | 5,72 ± | 5,69 ± | 5,64 ± |
| | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| F2 | 5,58 ± | 5,64 ± | 5,64 ± | 5,53 ± | 5,51 ± | 5,45 ± | 5,45 ± | 5,50 ± | 5,49 ± | 5,51 ± |
| | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.11 | 0.12 | 0.15 | 0.09 | 0.09 | 0.10 |
| F3 | 5,47 ± | 5,37 ± | 5,50 ± | 5,46 ± | 5,51 ± | 5,45 ± | 5,45 ± | 5,37 ± | 5,37 ± | 5,28 ± |
| | 0.14 | 0.09 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| F4 | 5,38 ± | 5,41 ± | 5,47 ± | 5,45 ± | 5,43 ± | 5,44 ± | 5,37 ± | 5,35 ± | 5,39 ± | 5,47 ± |
| | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.08 | 0.03 | 0.09 | 0.04 | 0.07 | 0.07 | 0.06 |
| F5 | 5,25 ± | 5,26 ± | 5,24 ± | 5,25 ± | 5,22 ± | 5,25 ± | 5,26 ± | 5,27 ± | 5,25 ± | 5,21 ± |
| | 0.09 | 0.09 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.10 | 0.06 | 0.01 | 0.07 | 0.04 |
| K- | 5,63 ± | 5,67 ± | 5,72 ± | 5,69 ± | 5,70 ± | 5,76 ± | 5,63 ± | 5,77 ± | 5,74 ± | 5,75 ± |
| | 0.13 | 0.06 | 0.02 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 0.05 |
| B | 5,63 ± | 5,68 ± | 5,60 ± | 5,62 ± | 5,70 ± | 5,61 ± | 5,60 ± | 5,65 ± | 5,66 ± | 5,74 ± |
| | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.05 | 0.03 |
| K+ | 5,78 ± | 5,74 ± | 5,81 ± | 5,79 ± | 5,85 ± | 5,77 ± | 5,82 ± | 5,67 ± | 5,67 ± | 5,76 ± |
| | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0.12 | 0.07 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |

Lampiran 16. Hasil uji daya sebar pada suhu 25°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 5,88 ± 0.15 | 5,72 ± 0.08 | 5,85 ± 0.05 | 5,96 ± 0.15 | 5,85 ± 0.17 | 6,04 ± 0.25 | 5,86 ± 0.13 | 5,76 ± 0.11 | 5,76 ± 0.12 | 5,86 ± 0.05 |
| F2 | 5,50 ± 0.11 | 5,43 ± 0.16 | 5,83 ± 0.17 | 5,59 ± 0.05 | 5,30 ± 0.05 | 5,29 ± 0.04 | 5,31 ± 0.12 | 5,48 ± 0.05 | 5,55 ± 0.10 | 5,47 ± 0.14 |
| F3 | 5,35 ± 0.07 | 5,16 ± 0.20 | 5,38 ± 0.13 | 5,32 ± 0.09 | 5,30 ± 0.05 | 5,29 ± 0.04 | 5,31 ± 0.12 | 5,32 ± 0.04 | 5,28 ± 0.05 | 5,23 ± 0.07 |
| F4 | 5,25 ± 0.14 | 5,33 ± 0.06 | 5,33 ± 0.05 | 5,21 ± 0.11 | 5,31 ± 0.16 | 5,27 ± 0.16 | 5,21 ± 0.04 | 5,30 ± 0.05 | 5,29 ± 0.06 | 5,27 ± 0.06 |
| F5 | 5,17 ± 0.09 | 5,24 ± 0.07 | 5,26 ± 0.09 | 5,18 ± 0.07 | 5,24 ± 0.09 | 5,25 ± 0.04 | 5,16 ± 0.09 | 5,25 ± 0.08 | 5,13 ± 0.06 | 5,25 ± 0.06 |
| K- | 5,89 ± 0.19 | 5,99 ± 0.07 | 5,72 ± 0.19 | 5,70 ± 0.09 | 5,65 ± 0.06 | 5,59 ± 0.09 | 5,50 ± 0.03 | 5,77 ± 0.04 | 5,91 ± 0.06 | 5,80 ± 0.08 |
| B | 5,83 ± 0.10 | 5,92 ± 0.12 | 5,91 ± 0.08 | 5,85 ± 0.12 | 5,97 ± 0.18 | 5,87 ± 0.10 | 5,88 ± 0.17 | 5,84 ± 0.05 | 5,96 ± 0.13 | 5,85 ± 0.07 |
| K+ | 6,08 ± 0.15 | 6,19 ± 0.04 | 6,21 ± 0.07 | 6,18 ± 0.08 | 6,05 ± 0.13 | 6,27 ± 0.10 | 6,20 ± 0.08 | 5,98 ± 0.09 | 5,91 ± 0.03 | 5,98 ± 0.10 |

Lampiran 17. Hasil uji daya sebar pada suhu 40°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 5,69 ± 0.08 | 5,67 ± 0.05 | 5,70 ± 0.06 | 5,65 ± 0.08 | 5,69 ± 0.07 | 5,67 ± 0.06 | 5,61 ± 0.05 | 5,62 ± 0.06 | 5,68 ± 0.07 | 5,70 ± 0.04 |
| F2 | 5,64 ± 0.07 | 5,71 ± 0.07 | 5,66 ± 0.11 | 5,70 ± 0.08 | 5,52 ± 0.08 | 5,61 ± 0.06 | 5,56 ± 0.09 | 5,66 ± 0.07 | 5,63 ± 0.07 | 5,67 ± 0.08 |
| F3 | 5,52 ± 0.07 | 5,55 ± 0.06 | 5,59 ± 0.05 | 5,58 ± 0.05 | 5,52 ± 0.08 | 5,61 ± 0.06 | 5,56 ± 0.09 | 5,53 ± 0.05 | 5,56 ± 0.05 | 5,55 ± 0.08 |
| F4 | 5,38 ± 0.04 | 5,33 ± 0.04 | 5,31 ± 0.08 | 5,36 ± 0.08 | 5,44 ± 0.12 | 5,49 ± 0.04 | 5,28 ± 0.04 | 5,32 ± 0.05 | 5,34 ± 0.06 | 5,37 ± 0.04 |
| F5 | 5,20 ± 0.08 | 5,22 ± 0.09 | 5,28 ± 0.05 | 5,27 ± 0.04 | 5,19 ± 0.05 | 5,20 ± 0.06 | 5,17 ± 0.06 | 5,27 ± 0.04 | 5,23 ± 0.04 | 5,28 ± 0.05 |
| K- | 5,75 ± 0.08 | 5,81 ± 0.08 | 5,78 ± 0.11 | 5,71 ± 0.06 | 5,76 ± 0.06 | 5,68 ± 0.02 | 5,66 ± 0.04 | 5,73 ± 0.06 | 5,76 ± 0.06 | 5,83 ± 0.03 |
| B | 5,81 ± 0.01 | 5,79 ± 0.02 | 5,78 ± 0.05 | 5,73 ± 0.08 | 5,68 ± 0.06 | 5,70 ± 0.06 | 5,69 ± 0.07 | 5,69 ± 0.08 | 5,73 ± 0.09 | 5,71 ± 0.09 |
| K+ | 6,26 ± 0.08 | 6,27 ± 0.08 | 6,25 ± 0.04 | 6,26 ± 0.10 | 6,23 ± 0.10 | 6,20 ± 0.06 | 6,11 ± 0.07 | 6,16 ± 0.09 | 6,09 ± 0.05 | 6,23 ± 0.04 |

Keterangan : nilai daya sebar diatas merupakan rata-rata dari tiga kali pengulangan ± simpangan baku untuk penyimpanan suhu 4°C, suhu 25°C dan suhu 40°C

Lampiran 18. Hasil uji statistik daya sebar

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Unstandardized Residual |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|
| N | | 239 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | ,0000000 |
| | Std. Deviation | ,09801451 |
| | Absolute | ,065 |
| Most Extreme Differences | Positive | ,050 |
| | Negative | -,065 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,012 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,258 |

Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: DS Lotion

| F | df1 | df2 | Sig. |
|-------|-----|-----|------|
| 4,353 | 23 | 216 | ,538 |

Uji Two Way ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DS Lotion

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|-----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 22,967 ^a | 23 | ,999 | 9,943 | ,000 |
| Intercept | 7481,399 | 1 | 7481,399 | 74494,288 | ,000 |
| Formula_Sediaan | 19,172 | 7 | 2,739 | 27,272 | ,000 |
| Suhu_Sediaan | 1,115 | 2 | ,558 | 5,553 | ,004 |
| Formula_Sediaan * | 2,680 | 14 | ,191 | 1,906 | ,027 |
| Suhu_Sediaan | | | | | |
| Error | 21,693 | 216 | ,100 | | |
| Total | 7526,059 | 240 | | | |
| Corrected Total | 44,660 | 239 | | | |

Uji Lanjutan (Duncan)

DS Lotion

Duncan^{a,b}

| Formula Sediaan | N | Subset | | | | |
|-----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Formula 5 | 30 | 5,0722 | | | | |
| Formula 4 | 30 | | 5,3517 | | | |
| Formula 3 | 30 | | 5,4250 | 5,4250 | | |
| Formula 2 | 30 | | | 5,5470 | | |
| Formula 1 | 30 | | | | 5,7200 | |
| Kontrol (-) | 30 | | | | 5,7350 | |
| Basis | 30 | | | | 5,7560 | |
| Kontrol (+) | 30 | | | | | 6,0590 |
| Sig. | | 1,000 | ,371 | ,137 | ,682 | 1,000 |

Lampiran 19. Hasil uji daya lekat pada suhu 4°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 1,67 ± | 1,61 ± | 1,59 ± | 1,60 ± | 1,62 ± | 1,66 ± | 1,52 ± | 1,64 ± | 1,65 ± | 1,68 ± |
| | 0.04 | 0.07 | 0.01 | 0.08 | 0.11 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.08 | 0.07 |
| F2 | 1,69 ± | 1,67 ± | 1,58 ± | 1,71 ± | 1,64 ± | 1,63 ± | 1,68 ± | 1,62 ± | 1,70 ± | 1,77 ± |
| | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.19 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| F3 | 1,72 ± | 1,65 ± | 1,76 ± | 1,80 ± | 1,79 ± | 1,78 ± | 1,80 ± | 1,76 ± | 1,73 ± | 1,79 ± |
| | 0.04 | 0.08 | 0.13 | 0.10 | 0.13 | 0.08 | 0.15 | 0.08 | 0.03 | 0.05 |
| F4 | 1,77 ± | 1,76 ± | 1,74 ± | 1,83 ± | 1,71 ± | 1,76 ± | 1,81 ± | 1,83 ± | 1,76 ± | 1,89 ± |
| | 0.07 | 0.14 | 0.14 | 0.10 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.05 | 0.08 | 0.06 |
| F5 | 1,89 ± | 1,86 ± | 1,88 ± | 1,80 ± | 1,78± | 1,90 ± | 1,89 ± | 1,79± | 1,82 ± | 1,93 ± |
| | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 |
| K- | 1,47 ± | 1,38 ± | 1,31 ± | 1,48 ± | 1,33 ± | 1,42 ± | 1,34 ± | 1,32 ± | 1,34 ± | 1,46 ± |
| | 0.11 | 0.06 | 0.07 | 0.10 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.12 |
| B | 1,33 ± | 1,28 ± | 1,31 ± | 1,42 ± | 1,42 ± | 1,38 ± | 1,43 ± | 1,48 ± | 1,51 ± | 1,46 ± |
| | 0.08 | 0.16 | 0.13 | 0.06 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.06 | 0.05 | 0.08 |
| K+ | 1,30 ± | 1,36 ± | 1,31 ± | 1,38 ± | 1,36 ± | 1,32 ± | 1,34± | 1,35 ± | 1,32 ± | 1,33± |
| | 0.14 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 0.08 | 0.05 | 0.06 |

Lampiran 20. Hasil uji daya lekat pada suhu 25°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 1,37 ± 0.05 | 1,31 ± 0.14 | 1,38 ± 0.14 | 1,29 ± 0.14 | 1,53 ± 0.22 | 1,33 ± 0.09 | 1,52 ± 0.06 | 1,47 ± 0.06 | 1,42 ± 0.05 | 1,52 ± 0.06 |
| F2 | 1,58 ± 0.14 | 1,58 ± 0.08 | 1,50 ± 0.07 | 1,60 ± 0.11 | 1,60 ± 0.07 | 1,55 ± 0.12 | 1,58 ± 0.08 | 1,58 ± 0.06 | 1,52 ± 0.06 | 1,57 ± 0.08 |
| F3 | 1,63 ± 0.05 | 1,72 ± 0.07 | 1,69 ± 0.13 | 1,59 ± 0.07 | 1,72 ± 0.03 | 1,75 ± 0.10 | 1,75 ± 0.07 | 1,78 ± 0.06 | 1,75 ± 0.08 | 1,77 ± 0.08 |
| F4 | 1,58 ± 0.03 | 1,74 ± 0.05 | 1,67 ± 0.11 | 1,75 ± 0.12 | 1,70 ± 0.14 | 1,69 ± 0.15 | 1,76 ± 0.08 | 1,73 ± 0.07 | 1,63 ± 0.05 | 1,72 ± 0.05 |
| F5 | 1,74 ± 0.10 | 1,59 ± 0.04 | 1,77 ± 0.05 | 1,68 ± 0.12 | 1,75 ± 0.17 | 1,73 ± 0.12 | 1,81 ± 0.05 | 1,70 ± 0.08 | 1,81 ± 0.08 | 1,83 ± 0.06 |
| K- | 1,44 ± 0.18 | 1,34 ± 0.12 | 1,30 ± 0.04 | 1,22 ± 0.17 | 1,37 ± 0.04 | 1,33 ± 0.04 | 1,27 ± 0.05 | 1,21 ± 0.07 | 1,39 ± 0.07 | 1,43 ± 0.09 |
| B | 1,41 ± 0.11 | 1,37 ± 0.19 | 1,34 ± 0.05 | 1,51 ± 0.14 | 1,37 ± 0.09 | 1,42 ± 0.10 | 1,28 ± 0.12 | 1,36 ± 0.11 | 1,34 ± 0.05 | 1,38 ± 0.06 |
| K+ | 1,27 ± 0.07 | 1,29 ± 0.03 | 1,12 ± 0.13 | 1,24 ± 0.05 | 1,16 ± 0.14 | 1,17 ± 0.11 | 1,15 ± 0.10 | 1,22 ± 0.07 | 1,16 ± 0.10 | 1,13 ± 0.06 |

Lampiran 21. Hasil uji daya lekat pada suhu 40°C

| Formula | Hari ke- | | | | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| F1 | 1,31 ± 0.04 | 1,24 ± 0.10 | 1,36 ± 0.07 | 1,46 ± 0.16 | 1,43 ± 0.05 | 1,31 ± 0.07 | 1,44 ± 0.12 | 1,37 ± 0.07 | 1,41 ± 0.07 | 1,51 ± 0.03 |
| F2 | 1,47 ± 0.09 | 1,37 ± 0.04 | 1,53 ± 0.09 | 1,43 ± 0.08 | 1,44 ± 0.08 | 1,38 ± 0.07 | 1,46 ± 0.05 | 1,51 ± 0.08 | 1,52 ± 0.05 | 1,55 ± 0.11 |
| F3 | 1,57 ± 0.05 | 1,59 ± 0.08 | 1,55 ± 0.09 | 1,70 ± 0.05 | 1,54 ± 0.06 | 1,66 ± 0.09 | 1,65 ± 0.10 | 1,58 ± 0.06 | 1,59 ± 0.02 | 1,69 ± 0.05 |
| F4 | 1,62 ± 0.11 | 1,56 ± 0.02 | 1,62 ± 0.04 | 1,66 ± 0.11 | 1,56 ± 0.06 | 1,58 ± 0.11 | 1,67 ± 0.09 | 1,79 ± 0.05 | 1,63 ± 0.09 | 1,72 ± 0.05 |
| F5 | 1,66 ± 0.07 | 1,54 ± 0.11 | 1,62 ± 0.07 | 1,58 ± 0.09 | 1,70 ± 0.07 | 1,64 ± 0.10 | 1,69 ± 0.07 | 1,62 ± 0.07 | 1,63 ± 0.05 | 1,76 ± 0.03 |
| K- | 1,38 ± 0.17 | 1,12 ± 0.08 | 1,27 ± 0.21 | 1,15 ± 0.12 | 1,08 ± 0.06 | 1,15 ± 0.10 | 1,12 ± 0.05 | 1,22 ± 0.06 | 1,20 ± 0.08 | 1,28 ± 0.10 |
| B | 1,20 ± 0.10 | 1,25 ± 0.07 | 1,20 ± 0.06 | 1,27 ± 0.08 | 1,28 ± 0.03 | 1,20 ± 0.04 | 1,19 ± 0.09 | 1,29 ± 0.08 | 1,25 ± 0.09 | 1,22 ± 0.07 |
| K+ | 1,17 ± 0.01 | 1,09 ± 0.04 | 1,22 ± 0.04 | 1,11 ± 0.08 | 1,08 ± 0.04 | 1,34 ± 0.04 | 1,08 ± 0.07 | 1,12 ± 0.05 | 1,13 ± 0.08 | 1,22 ± 0.08 |

Keterangan : nilai daya lekat diatas merupakan rata-rata dari tiga kali pengulangan ± simpangan baku untuk penyimpanan suhu 4°C, suhu 25°C dan suhu 40°C

Lampiran 22. Hasil uji statistik daya lekat

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Unstandardized Residual |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|
| N | | 240 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | ,0000000 |
| | Std. Deviation | ,07692810 |
| | Absolute | ,066 |
| Most Extreme Differences | Positive | ,061 |
| | Negative | -,066 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,026 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,243 |

Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: DL Lotion

| F | df1 | df2 | Sig. |
|-------|-----|-----|------|
| 1,674 | 23 | 216 | ,262 |

Uji Two Way ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DL Lotion

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|-----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | 10,079 ^a | 23 | ,438 | 106,099 | ,000 |
| Intercept | 545,474 | 1 | 545,474 | 132067,098 | ,000 |
| Formula_Sediaan | 8,556 | 7 | 1,222 | 295,944 | ,000 |
| Suhu_Sediaan | 1,371 | 2 | ,685 | 165,914 | ,000 |
| Formula_Sediaan * | ,152 | 14 | ,011 | 2,632 | ,001 |
| Suhu_Sediaan | | | | | |
| Error | ,892 | 216 | ,004 | | |
| Total | 556,445 | 240 | | | |
| Corrected Total | 10,971 | 239 | | | |

Uji Lanjutan (Duncan)

DL Lotion

Duncan^{a,b}

| Formula Sediaan | N | Subset | | | | | | |
|-----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Kontrol (+) | 30 | 1,2280 | | | | | | |
| Kontrol (-) | 30 | | 1,3040 | | | | | |
| Basis | 30 | | | 1,3383 | | | | |
| Formula 1 | 30 | | | | 1,4740 | | | |
| Formula 2 | 30 | | | | | 1,5670 | | |
| Formula 3 | 30 | | | | | | 1,6950 | |
| Formula 4 | 30 | | | | | | 1,7080 | |
| Formula 5 | 30 | | | | | | | 1,7463 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | ,434 | 1,000 |

Lampiran 23. Uji viskositas

| Hari ke- | Nilai Viskositas | | | | | | | |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | K- | B | K+ |
| 1 | 6808,60 ± 39,30 | 8107,85 ±138,17 | 8801,03 ±39,93 | 9336,58 ±140,63 | 10509,36 ±214,89 | 4554,75 149,49 | 6007,51 ±137,18 | 3692,51 ±194,74 |
| 28 | 6800,36 ±138,27 | 8007,15 ±160,76 | 8735,41 ±168,93 | 9397,38 ±263,31 | 10207,40 ±177,31 | 4576,74 167,30 | 5831,97 ±86,86 | 3695,26 179,74 |

Keterangan : nilai viskositas diatas merupakan rata-rata dari tiga kali pengulangan pada suhu 25°C.

Lampiran 24. Hasil uji statistik viskositas

Uji Normalitas

| | | Unstandardized Residual |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|
| N | | 16 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | ,0000000 |
| | Std. Deviation | 1910,07339216 |
| | Absolute | ,183 |
| Most Extreme Differences | Positive | ,183 |
| | Negative | -,122 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | ,730 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,660 |

Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

VS Lotion

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| ,346 | 1 | 14 | ,566 |

Uji One Way ANOVA

ANOVA

VS Lotion

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|--------------|--------|------|
| Between Groups | 58351146,370 | 1 | 58351146,370 | 41,882 | ,000 |
| Within Groups | 19505003,836 | 14 | 1393214,560 | | |
| Total | 77856150,207 | 15 | | | |

| | | gen* | gen* | gen* | gen* | gen* | gen* | gen* | gen* | |
|-------------|----|----------|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-------------------------------------|
| pH | 4 | 6,22* | 6,15* | 5,86* | 5,65* | 5,23* | 6,40* | 6,48* | 4,70* | 4,5-8 (SNI, 1996) |
| | 25 | 6,23* | 6,17* | 5,90* | 5,70* | 5,25* | 6,44* | 6,54* | 4,98* | |
| | 40 | 6,27* | 6,21* | 5,99* | 5,73* | 5,31* | 6,63* | 6,69* | 5,10* | |
| Daya Sebar | 4 | 5,64* | 5,53* | 5,42* | 5,42* | 5,25* | 5,70* | 5,65* | 5,77* | 5-7 cm (SNI,1996) |
| | 25 | 5,85* | 5,47* | 5,29* | 5,28* | 5,21* | 5,75* | 5,89* | 6,11* | |
| | 40 | 5,67* | 5,64* | 5,56* | 5,36* | 5,23* | 5,75* | 5,73* | 6,21* | |
| Daya Lekat | 4 | 1,65* | 1,70* | 1,73* | 1,77* | 1,88* | 1,50* | 1,36* | 1,28* | >1 detik (Cahyani dan Agitya, 2021) |
| | 25 | 1,37* | 1,63* | 1,65* | 1,59* | 1,76* | 1,43* | 1,44* | 1,27* | |
| | 40 | 1,32* | 1,47* | 1,57* | 1,62* | 1,69* | 1,43* | 1,18* | 1,17* | |
| Visko-sitas | 25 | 6804,48* | 8057,5* | 8768,22* | 9366,98* | 10358,38* | 4565,74* | 5919,74* | 3693,89* | 2.000-50.000 cps (SNI, 1996) |

Keterangan : (*) = sesuai parameter

Lampiran 26. Nilai SPF sediaan lotion

| Perlakuan | Pengulangan | Panjang Gelombang | Absorbansi (Abs) | EE x I | Hasil | SPF | Rata-Rata SPF | |
|-----------|-------------|-------------------|------------------|---------|----------|-----------|---------------------|-----------|
| F1 | 1 | 320 | 0,54490 | 0,018 | 0,098082 | 15,219981 | 15,106498 ± 0,47 | |
| | | 315 | 0,84598 | 0,0839 | 0,709777 | | | |
| | | 310 | 1,28819 | 0,1864 | 2,401186 | | | |
| | | 305 | 1,75671 | 0,3278 | 5,758495 | | | |
| | | 300 | 1,76933 | 0,2874 | 5,085054 | | | |
| | | 295 | 1,33001 | 0,0817 | 1,086618 | | | |
| | | 290 | 0,53845 | 0,015 | 0,080768 | | | |
| | | 320 | 0,62564 | 0,018 | 0,112615 | | | |
| | | 315 | 0,87310 | 0,0839 | 0,732531 | | | |
| | | 310 | 1,24599 | 0,1864 | 2,322525 | | | |
| | | 305 | 1,60609 | 0,3278 | 5,264763 | | | |
| | | 300 | 1,76437 | 0,2874 | 5,070799 | | | |
| | 2 | 295 | 1,23145 | 0,0817 | 1,006095 | 14,586922 | | |
| | | 290 | 0,51729 | 0,015 | 0,077594 | | | |
| | | 320 | 0,61077 | 0,018 | 0,109939 | | | |
| | | 315 | 0,94461 | 0,0839 | 0,792528 | | | |
| | | 310 | 1,41399 | 0,1864 | 2,635677 | | | |
| | | 305 | 1,73911 | 0,3278 | 5,700803 | | | |
| | | 300 | 1,81125 | 0,2874 | 5,205533 | | | |
| | | 3 | 305 | 1,73911 | 0,3278 | | 5,700803 | 15,512592 |
| | | | 300 | 1,81125 | 0,2874 | | 5,205533 | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|----------|-----------|---------------------|
| | | 295 | 1,19139 | 0,0817 | 0,973366 | | |
| | | 290 | 0,63165 | 0,015 | 0,094748 | | |
| | | 320 | 0,67246 | 0,018 | 0,121043 | | |
| | | 315 | 0,99760 | 0,0839 | 0,836986 | | |
| | | 310 | 1,44119 | 0,1864 | 2,686378 | | |
| | 1 | 305 | 1,82449 | 0,3278 | 5,980678 | 16,376176 | |
| | | 300 | 1,88729 | 0,2874 | 5,424071 | | |
| | | 295 | 1,50777 | 0,0817 | 1,231848 | | |
| | | 290 | 0,63447 | 0,015 | 0,095171 | | |
| | | 320 | 0,65283 | 0,018 | 0,117509 | | |
| | | 315 | 0,99995 | 0,0839 | 0,838958 | | |
| | | 310 | 1,48029 | 0,1864 | 2,759261 | | |
| F2 | 2 | 305 | 1,91999 | 0,3278 | 6,293727 | 16,323836 | 16,088952 ± 0,45 |
| | | 300 | 1,80816 | 0,2874 | 5,196652 | | |
| | | 295 | 1,27568 | 0,0817 | 1,042231 | | |
| | | 290 | 0,50332 | 0,015 | 0,075498 | | |
| | | 320 | 0,72943 | 0,018 | 0,131297 | | |
| | | 315 | 1,00188 | 0,0839 | 0,840577 | | |
| | | 310 | 1,42598 | 0,1864 | 2,658027 | | |
| | 3 | 305 | 1,78745 | 0,3278 | 5,859261 | 15,566844 | |
| | | 300 | 1,71828 | 0,2874 | 4,938337 | | |
| | | 295 | 1,28069 | 0,0817 | 1,046324 | | |
| | | 290 | 0,62014 | 0,015 | 0,093021 | | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|----------|-----------|---------------------|
| | | 320 | 0,97660 | 0,018 | 0,175788 | | |
| | | 315 | 1,34804 | 0,0839 | 1,131006 | | |
| | | 310 | 1,83633 | 0,1864 | 3,422919 | | |
| | 1 | 305 | 2,02081 | 0,3278 | 6,624215 | 17,799931 | |
| | | 300 | 1,82446 | 0,2874 | 5,243498 | | |
| | | 295 | 1,37629 | 0,0817 | 1,124429 | | |
| | | 290 | 0,52051 | 0,015 | 0,078077 | | |
| | | 320 | 0,78489 | 0,018 | 0,141280 | | |
| | | 315 | 1,16423 | 0,0839 | 0,976789 | | |
| | | 310 | 1,69206 | 0,1864 | 3,154000 | | |
| F3 | 2 | 305 | 2,03155 | 0,3278 | 6,659421 | 17,079982 | 17,624213 ± 0,48 |
| | | 300 | 1,76477 | 0,2874 | 5,071949 | | |
| | | 295 | 1,23518 | 0,0817 | 1,009142 | | |
| | | 290 | 0,44934 | 0,015 | 0,067401 | | |
| | | 320 | 0,79662 | 0,018 | 0,143392 | | |
| | | 315 | 1,13090 | 0,0839 | 0,948825 | | |
| | | 310 | 1,62084 | 0,1864 | 3,021246 | | |
| | 3 | 305 | 2,03332 | 0,3278 | 6,665223 | 17,992727 | |
| | | 300 | 2,03894 | 0,2874 | 5,859914 | | |
| | | 295 | 1,49619 | 0,0817 | 1,222387 | | |
| | | 290 | 0,87827 | 0,015 | 0,131741 | | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|----------|-----------|---------------------|
| | | 320 | 1,00136 | 0,018 | 0,180245 | | |
| | | 315 | 1,42635 | 0,0839 | 1,196708 | | |
| | | 310 | 1,94108 | 0,1864 | 3,618173 | | |
| | 1 | 305 | 2,10298 | 0,3278 | 6,893568 | 18,612157 | |
| | | 300 | 1,92702 | 0,2874 | 5,538255 | | |
| | | 295 | 1,34896 | 0,0817 | 1,102100 | | |
| | | 290 | 0,55405 | 0,015 | 0,083108 | | |
| | | 320 | 0,75681 | 0,018 | 0,136226 | | |
| | | 315 | 1,08460 | 0,0839 | 0,909979 | | |
| | | 310 | 1,57600 | 0,1864 | 2,937664 | | |
| F4 | 2 | 305 | 1,88260 | 0,3278 | 6,171163 | 19,034236 | 19,160177 ± 0,62 |
| | | 300 | 2,09273 | 0,2874 | 6,014506 | | |
| | | 295 | 3,14365 | 0,0817 | 2,568362 | | |
| | | 290 | 1,97557 | 0,015 | 0,296336 | | |
| | | 320 | 1,17038 | 0,018 | 0,210668 | | |
| | | 315 | 1,68908 | 0,0839 | 1,417138 | | |
| | | 310 | 2,34742 | 0,1864 | 4,375591 | | |
| | 3 | 305 | 2,20326 | 0,3278 | 7,222286 | 19,834137 | |
| | | 300 | 1,85936 | 0,2874 | 5,343801 | | |
| | | 295 | 1,42202 | 0,0817 | 1,161790 | | |
| | | 290 | 0,68575 | 0,015 | 0,102863 | | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|----------|-----------|---------------------|
| | | 320 | 1,23465 | 0,018 | 0,222237 | | |
| | | 315 | 1,78305 | 0,0839 | 1,495979 | | |
| | | 310 | 2,35861 | 0,1864 | 4,396449 | | |
| | 1 | 305 | 2,50693 | 0,3278 | 8,217717 | 21,257894 | |
| | | 300 | 1,94731 | 0,2874 | 5,596569 | | |
| | | 295 | 1,51472 | 0,0817 | 1,237526 | | |
| | | 290 | 0,60945 | 0,015 | 0,091418 | | |
| | | 320 | 1,09725 | 0,018 | 0,197505 | | |
| | | 315 | 1,55722 | 0,0839 | 1,306508 | | |
| | | 310 | 2,16312 | 0,1864 | 4,032056 | | |
| F5 | 2 | 305 | 2,56570 | 0,3278 | 8,410365 | 20,773077 | 20,605467 ± 0,75 |
| | | 300 | 1,99060 | 0,2874 | 5,720984 | | |
| | | 295 | 1,24004 | 0,0817 | 1,013113 | | |
| | | 290 | 0,61698 | 0,015 | 0,092547 | | |
| | | 320 | 0,94941 | 0,018 | 0,170894 | | |
| | | 315 | 1,37137 | 0,0839 | 1,150579 | | |
| | | 310 | 1,95843 | 0,1864 | 3,650514 | | |
| | 3 | 305 | 2,33249 | 0,3278 | 7,645902 | 19,785431 | |
| | | 300 | 2,05630 | 0,2874 | 5,909806 | | |
| | | 295 | 1,44787 | 0,0817 | 1,182910 | | |
| | | 290 | 0,49884 | 0,015 | 0,074826 | | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|----------|-----------|---------------------|
| | | 320 | 0,43385 | 0,018 | 0,078093 | | |
| | | 315 | 0,61947 | 0,0839 | 0,519735 | | |
| | | 310 | 0,89223 | 0,1864 | 1,663117 | | |
| | 1 | 305 | 1,19270 | 0,3278 | 3,909671 | 11,093136 | |
| | | 300 | 1,32281 | 0,2874 | 3,801756 | | |
| | | 295 | 1,21774 | 0,0817 | 0,994894 | | |
| | | 290 | 0,83914 | 0,015 | 0,125871 | | |
| | | 320 | 0,49431 | 0,018 | 0,088976 | | |
| | | 315 | 0,72397 | 0,0839 | 0,607411 | | |
| | | 310 | 1,06451 | 0,1864 | 1,984247 | | |
| K- | 2 | 305 | 1,39800 | 0,3278 | 4,582644 | 13,314588 | 12,608870 ± 1,31 |
| | | 300 | 1,60471 | 0,2874 | 4,611937 | | |
| | | 295 | 1,56136 | 0,0817 | 1,275631 | | |
| | | 290 | 1,09162 | 0,015 | 0,163743 | | |
| | | 320 | 0,48894 | 0,018 | 0,088009 | | |
| | | 315 | 0,72637 | 0,0839 | 0,609424 | | |
| | | 310 | 1,07905 | 0,1864 | 2,011349 | | |
| | 3 | 305 | 1,44099 | 0,3278 | 4,723565 | 13,418885 | |
| | | 300 | 1,64938 | 0,2874 | 4,740318 | | |
| | | 295 | 1,35838 | 0,0817 | 1,109796 | | |
| | | 290 | 0,90948 | 0,015 | 0,136422 | | |

| | | | | | | | |
|---|---|-----|---------|--------|----------|-----------|---------------------|
| | | 320 | 0,36949 | 0,018 | 0,066508 | | |
| | | 315 | 0,56585 | 0,0839 | 0,474748 | | |
| | | 310 | 0,86619 | 0,1864 | 1,614578 | | |
| | 1 | 305 | 1,17511 | 0,3278 | 3,852011 | 10,940221 | |
| | | 300 | 1,38244 | 0,2874 | 3,973133 | | |
| | | 295 | 1,09279 | 0,0817 | 0,892809 | | |
| | | 290 | 0,44289 | 0,015 | 0,066434 | | |
| | | 320 | 0,26970 | 0,018 | 0,048546 | | |
| | | 315 | 0,43682 | 0,0839 | 0,366492 | | |
| | | 310 | 0,66953 | 0,1864 | 1,248004 | | |
| B | 2 | 305 | 0,93379 | 0,3278 | 3,060964 | 8,993410 | 10,314862 ± 1,14 |
| | | 300 | 1,13705 | 0,2874 | 3,267882 | | |
| | | 295 | 1,13205 | 0,0817 | 0,924885 | | |
| | | 290 | 0,51092 | 0,015 | 0,076638 | | |
| | | 320 | 0,41659 | 0,018 | 0,074986 | | |
| | | 315 | 0,60471 | 0,0839 | 0,507352 | | |
| | | 310 | 0,88424 | 0,1864 | 1,648223 | | |
| | 3 | 305 | 1,15954 | 0,3278 | 3,800972 | 11,010954 | |
| | | 300 | 1,27636 | 0,2874 | 3,668259 | | |
| | | 295 | 1,34136 | 0,0817 | 1,095891 | | |
| | | 290 | 1,43514 | 0,015 | 0,215271 | | |

| | | | | | | | |
|----|---|-----|---------|--------|----------|----------|--------------------|
| | | 320 | 0,14242 | 0,018 | 0,025636 | | |
| | | 315 | 0,25134 | 0,0839 | 0,210874 | | |
| | | 310 | 0,40278 | 0,1864 | 0,750782 | | |
| | 1 | 305 | 0,58061 | 0,3278 | 1,903240 | 5,743589 | |
| | | 300 | 0,74592 | 0,2874 | 2,143774 | | |
| | | 295 | 0,78386 | 0,0817 | 0,640414 | | |
| | | 290 | 0,45913 | 0,015 | 0,068870 | | |
| | | 320 | 0,37258 | 0,018 | 0,067064 | | |
| | | 315 | 0,49115 | 0,0839 | 0,412075 | | |
| | | 310 | 0,66004 | 0,1864 | 1,230315 | | |
| K+ | 2 | 305 | 0,84529 | 0,3278 | 2,770861 | 8,129967 | 6,664838 ± 1,28 |
| | | 300 | 0,98603 | 0,2874 | 2,833850 | | |
| | | 295 | 0,92522 | 0,0817 | 0,755905 | | |
| | | 290 | 0,39932 | 0,015 | 0,059898 | | |
| | | 320 | 0,04021 | 0,018 | 0,007238 | | |
| | | 315 | 0,18311 | 0,0839 | 0,153629 | | |
| | | 310 | 0,39494 | 0,1864 | 0,736168 | | |
| | 3 | 305 | 0,63829 | 0,3278 | 2,092315 | 6,120957 | |
| | | 300 | 0,82103 | 0,2874 | 2,359640 | | |
| | | 295 | 0,88943 | 0,0817 | 0,726664 | | |
| | | 290 | 0,30202 | 0,015 | 0,045303 | | |

Lampiran 27. Perhitungan nilai SPF sediaan lotion

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Nilai CF (Correction Factor) = 10

Nilai EE (Erythema Effect Spectrum) x I (Solar Intensity Spectrum)

| | |
|-----------------------|----------|
| Panjang Gelombang 290 | = 0,015 |
| Panjang Gelombang 295 | = 0,0817 |
| Panjang Gelombang 300 | = 0,2874 |
| Panjang Gelombang 305 | = 0,3278 |
| Panjang Gelombang 310 | = 0,1864 |
| Panjang Gelombang 315 | = 0,0839 |
| Panjang Gelombang 320 | = 0,0180 |
| Total | = 1 |

FORMULA 1

Pengulangan 1

| | |
|------------------|--|
| Abs 320 | = 0,5449 |
| | = 10 x 0,018 x 0,5449 = 0,098082 |
| Abs 315 | = 0,84598 |
| | = 10 x 0,0839 x 0,84598 = 0,709777 |
| Abs 310 | = 1,28819 |
| | = 10 x 0,1864 x 1,28819 = 2,401186 |
| Abs 305 | = 1,75671 |
| | = 10 x 0,3278 x 1,75671 = 5,758495 |
| Abs 300 | = 1,76933 |
| | = 10 x 0,2874 x 1,76933 = 5,085054 |
| Abs 295 | = 1,33001 |
| | = 10 x 0,0817 x 1,33001 = 1,086618 |
| Abs 290 | = 0,53845 |
| | = 10 x 0,015 x 0,53845 = 0,080768 |
| Nilai SPF | = $\frac{0,098082+0,709777+2,401186+5,758495+5,085054+1,086618+0,080768}{7}$ |
| | = 15,219981 |

Pengulangan 2

| | |
|---------|-----------------------------------|
| Abs 320 | = 0,62564 |
| | = 10 x 0,018 x 0,62564 = 0,112615 |
| Abs 315 | = 0,8731 |
| | = 10 x 0,0839 x 0,8731 = 0,732531 |
| Abs 310 | = 1,24599 |

$$\begin{aligned}
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,24599 = 2,322525 \\
 \text{Abs 305} &= 1,60609 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,60609 = 5,264763 \\
 \text{Abs 300} &= 1,76437 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,76437 = 5,070799 \\
 \text{Abs 295} &= 1,23145 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,23145 = 1,006095 \\
 \text{Abs 290} &= 0,51729 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,51729 = 0,077594 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,112615+0,732531+2,322525+5,264763+5,070799+1,006095+0,077594}{7} \\
 &= \mathbf{14,586922}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,61077 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,61077 = 0,109939 \\
 \text{Abs 315} &= 0,94461 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,94461 = 0,792528 \\
 \text{Abs 310} &= 1,41399 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,41399 = 2,635677 \\
 \text{Abs 305} &= 1,73911 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,73911 = 5,700803 \\
 \text{Abs 300} &= 1,81125 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,81125 = 5,205533 \\
 \text{Abs 295} &= 1,19139 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,19139 = 0,973366 \\
 \text{Abs 290} &= 0,63165 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,63165 = 0,094748 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,109939+0,792528+2,635677+5,700803+5,205533+0,973366+0,094748}{7} \\
 &= \mathbf{15,512592}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{15,219981+14,586922+15,512592}{3} \\
 &= \mathbf{15,106498}
 \end{aligned}$$

FORMULA 2**Pengulangan 1**

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,67246 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,67246 = 0,121043 \\
 \text{Abs 315} &= 0,99760 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,9976 = 0,836986 \\
 \text{Abs 310} &= 1,44119 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,44119 = 2,686378 \\
 \text{Abs 305} &= 1,82449 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,82449 = 5,980678 \\
 \text{Abs 300} &= 1,88729 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,88729 = 5,424071
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 295} &= 1,50777 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,50777 = 1,231848 \\
 \text{Abs 290} &= 0,63447 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,63447 = 0,095171 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,121043+0,836986+2,686378+5,980678+5,424071+1,231848+0,095171}{7} \\
 &= \mathbf{16,376176}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,65283 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,65283 = 0,117509 \\
 \text{Abs 315} &= 0,99995 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,99995 = 0,838958 \\
 \text{Abs 310} &= 1,48029 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,48029 = 2,759261 \\
 \text{Abs 305} &= 1,91999 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,91999 = 6,293727 \\
 \text{Abs 300} &= 1,80816 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,80816 = 5,196652 \\
 \text{Abs 295} &= 1,27568 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,27568 = 1,042231 \\
 \text{Abs 290} &= 0,50332 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,50332 = 0,075498 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,117509+0,838958+2,759261+6,293727+5,196652+1,042231+0,075498}{7} \\
 &= \mathbf{16,323836}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,72943 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,72943 = 0,131297 \\
 \text{Abs 315} &= 1,00188 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 1,00188 = 0,840577 \\
 \text{Abs 310} &= 1,42598 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,42598 = 2,658027 \\
 \text{Abs 305} &= 1,78745 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,78745 = 5,859261 \\
 \text{Abs 300} &= 1,71828 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,71828 = 4,938337 \\
 \text{Abs 295} &= 1,28069 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,28069 = 1,046324 \\
 \text{Abs 290} &= 0,62014 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,62014 = 0,093021 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,131297+0,840577+2,658027+5,859261+4,938337+1,046324+0,093021}{7} \\
 &= \mathbf{15,566844}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{16,376176+16,323836+15,566844}{3} \\
 &= \mathbf{16,088952}
 \end{aligned}$$

FORMULA 3**Pengulangan 1**

$$\begin{aligned}
\text{Abs 320} &= 0,9766 \\
&= 10 \times 0,018 \times 0,9766 = 0,175788 \\
\text{Abs 315} &= 1,34804 \\
&= 10 \times 0,0839 \times 1,34804 = 1,131006 \\
\text{Abs 310} &= 1,83633 \\
&= 10 \times 0,1864 \times 1,83633 = 3,422919 \\
\text{Abs 305} &= 2,02081 \\
&= 10 \times 0,3278 \times 2,02081 = 6,624215 \\
\text{Abs 300} &= 1,82446 \\
&= 10 \times 0,2874 \times 1,82446 = 5,243498 \\
\text{Abs 295} &= 1,37629 \\
&= 10 \times 0,0817 \times 1,37629 = 1,124429 \\
\text{Abs 290} &= 0,52051 \\
&= 10 \times 0,015 \times 0,52051 = 0,078077 \\
\text{Nilai SPF} &= \frac{0,175788+1,131006+3,422919+6,624215+5,243498+1,124429+0,078077}{7} \\
&= \mathbf{17,799931}
\end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
\text{Abs 320} &= 0,78489 \\
&= 10 \times 0,018 \times 0,78489 = 0,141280 \\
\text{Abs 315} &= 1,16423 \\
&= 10 \times 0,0839 \times 1,16423 = 0,976789 \\
\text{Abs 310} &= 1,69206 \\
&= 10 \times 0,1864 \times 1,69206 = 3,154000 \\
\text{Abs 305} &= 2,03155 \\
&= 10 \times 0,3278 \times 2,03155 = 6,659421 \\
\text{Abs 300} &= 1,76477 \\
&= 10 \times 0,2874 \times 1,76477 = 5,071949 \\
\text{Abs 295} &= 1,23518 \\
&= 10 \times 0,0817 \times 1,23518 = 1,009142 \\
\text{Abs 290} &= 0,44934 \\
&= 10 \times 0,015 \times 0,44934 = 0,067401 \\
\text{Nilai SPF} &= \frac{0,141280+0,976789+3,154000+6,659421+5,071949+1,009142+0,067401}{7} \\
&= \mathbf{17,079982}
\end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
\text{Abs 320} &= 0,79662 \\
&= 10 \times 0,018 \times 0,79662 = 0,143392
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Abs 315} &= 1,1309 \\
&= 10 \times 0,0839 \times 1,1309 = 0,948825 \\
\text{Abs 310} &= 1,62084 \\
&= 10 \times 0,1864 \times 1,62084 = 3,021246 \\
\text{Abs 305} &= 2,03332 \\
&= 10 \times 0,3278 \times 2,03332 = 6,665223 \\
\text{Abs 300} &= 2,03894 \\
&= 10 \times 0,2874 \times 2,03894 = 5,859914 \\
\text{Abs 295} &= 1,49619 \\
&= 10 \times 0,0817 \times 1,49619 = 1,222387 \\
\text{Abs 290} &= 0,87827 \\
&= 10 \times 0,015 \times 0,87827 = 0,131741 \\
\text{Nilai SPF} &= \frac{0,143392+0,948825+3,021246+6,665223+5,859914+1,222387+0,131741}{7} \\
&= \mathbf{17,992727} \\
\text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{17,799931+17,079982+17,992727}{3} \\
&= \mathbf{17,624213}
\end{aligned}$$

FORMULA 4

Pengulangan 1

$$\begin{aligned}
\text{Abs 320} &= 1,00136 \\
&= 10 \times 0,018 \times 1,00136 = 0,180245 \\
\text{Abs 315} &= 1,42635 \\
&= 10 \times 0,0839 \times 1,42635 = 1,196708 \\
\text{Abs 310} &= 1,94108 \\
&= 10 \times 0,1864 \times 1,94108 = 3,618173 \\
\text{Abs 305} &= 2,10298 \\
&= 10 \times 0,3278 \times 2,10298 = 6,89356 \\
\text{Abs 300} &= 1,92702 \\
&= 10 \times 0,2874 \times 1,92702 = 5,538255 \\
\text{Abs 295} &= 1,34896 \\
&= 10 \times 0,0817 \times 1,34896 = 1,102100 \\
\text{Abs 290} &= 0,55405 \\
&= 10 \times 0,015 \times 0,55405 = 0,083108 \\
\text{Nilai SPF} &= \frac{0,180245+1,196708+3,618173+6,89356+5,538255+1,102100+0,083108}{7} \\
&= \mathbf{18,612157}
\end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
\text{Abs 320} &= 0,75681 \\
&= 10 \times 0,018 \times 0,75681 = 0,136226
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 315} &= 1,0846 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 1,0846 = 0,909979 \\
 \text{Abs 310} &= 1,576 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,576 = 2,937664 \\
 \text{Abs 305} &= 1,8826 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,8826 = 6,171163 \\
 \text{Abs 300} &= 2,09273 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 2,09273 = 6,014506 \\
 \text{Abs 295} &= 3,14365 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 3,14365 = 2,568362 \\
 \text{Abs 290} &= 1,97557 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 1,97557 = 0,296336 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,136226+0,909979+2,937664+6,171163+6,014506+2,568362+0,296336}{7} \\
 &= \mathbf{19,034236}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 1,17038 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 1,17038 = 0,210668 \\
 \text{Abs 315} &= 1,68908 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 1,68908 = 1,417138 \\
 \text{Abs 310} &= 2,34742 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 2,34742 = 4,375591 \\
 \text{Abs 305} &= 2,20326 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 2,20326 = 7,222286 \\
 \text{Abs 300} &= 1,85936 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,85936 = 5,343801 \\
 \text{Abs 295} &= 1,42202 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,42202 = 1,161790 \\
 \text{Abs 290} &= 0,68575 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,68575 = 0,102863 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,210668+1,417138+4,375591+7,222286+5,343801+1,161790+0,102863}{7} \\
 &= \mathbf{19,834137}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{18,612157+19,034236+19,834137}{3} \\
 &= \mathbf{19,160177}
 \end{aligned}$$

FORMULA 5**Pengulangan 1**

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 1,23465 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 1,23465 = 0,222237
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 315} &= 1,78305 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 1,78305 = 1,495979 \\
 \text{Abs 310} &= 2,35861 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 2,35861 = 4,396449 \\
 \text{Abs 305} &= 2,50693 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 2,50693 = 8,217717 \\
 \text{Abs 300} &= 1,94731 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,94731 = 5,596569 \\
 \text{Abs 295} &= 1,51472 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,51472 = 1,237526 \\
 \text{Abs 290} &= 0,60945 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,60945 = 0,091418 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,222237+1,495979+4,396449+8,217717+5,596569+1,237526+0,091418}{7} \\
 &= \mathbf{21,257894}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,091418 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,091418 = 0,197505 \\
 \text{Abs 315} &= 1,55722 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 1,55722 = 1,306508 \\
 \text{Abs 310} &= 2,16312 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 2,16312 = 4,032056 \\
 \text{Abs 305} &= 2,5657 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 2,5657 = 8,410365 \\
 \text{Abs 300} &= 1,9906 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,9906 = 5,720984 \\
 \text{Abs 295} &= 1,24004 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,24004 = 1,013113 \\
 \text{Abs 290} &= 0,61698 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,61698 = 0,092547 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,197505+1,306508+4,032056+8,410365+5,720984+1,013113+0,092547}{7} \\
 &= \mathbf{20,773077}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,94941 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,94941 = 0,170894 \\
 \text{Abs 315} &= 1,37137 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 1,37137 = 1,150579 \\
 \text{Abs 310} &= 1,95843 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 1,95843 = 3,650514
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 305} &= 2,33249 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 2,33249 = 7,645902 \\
 \text{Abs 300} &= 2,0563 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 2,0563 = 5,909806 \\
 \text{Abs 295} &= 1,44787 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,44787 = 1,182910 \\
 \text{Abs 290} &= 0,49884 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,49884 = 0,074826 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,170894+1,150579+3,650514+7,645902+5,909806+1,182910+0,074826}{7} \\
 &= \mathbf{19,785431} \\
 \text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{21,257894+20,773077+19,785431}{3} \\
 &= \mathbf{20,605467}
 \end{aligned}$$

FORMULA 6

Pengulangan 1

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,43385 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,43385 = 0,078093 \\
 \text{Abs 315} &= 0,61947 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,61947 = 0,519735 \\
 \text{Abs 310} &= 0,89223 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,89223 = 1,663117 \\
 \text{Abs 305} &= 1,1927 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,1927 = 3,909671 \\
 \text{Abs 300} &= 1,32281 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,32281 = 3,801756 \\
 \text{Abs 295} &= 1,21774 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,21774 = 0,994894 \\
 \text{Abs 290} &= 0,83914 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,83914 = 0,125871 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,078093+0,519735+1,663117+3,909671+3,801756+0,994894+0,125871}{7} \\
 &= \mathbf{111,093136}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,49431 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,49431 = 0,088976 \\
 \text{Abs 315} &= 0,72397 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,72397 = 0,607411
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Abs 310} &= 1,06451 \\
&= 10 \times 0,1864 \times 1,06451 = 1,984247 \\
\text{Abs 305} &= 1,398 \\
&= 10 \times 0,3278 \times 1,398 = 4,582644 \\
\text{Abs 300} &= 1,60471 \\
&= 10 \times 0,2874 \times 1,60471 = 4,611937 \\
\text{Abs 295} &= 1,56136 \\
&= 10 \times 0,0817 \times 1,56136 = 1,275631 \\
\text{Abs 290} &= 1,09162 \\
&= 10 \times 0,015 \times 1,09162 = 0,163743 \\
\text{Nilai SPF} &= \frac{0,088976+0,607411+1,984247+4,582644+4,611937+1,275631+0,163743}{7} \\
&= \mathbf{13,314588}
\end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
\text{Abs 320} &= 0,48894 \\
&= 10 \times 0,018 \times 0,48894 = 0,088009 \\
\text{Abs 315} &= 0,72637 \\
&= 10 \times 0,0839 \times 0,72637 = 0,609424 \\
\text{Abs 310} &= 1,07905 \\
&= 10 \times 0,1864 \times 1,07905 = 2,011349 \\
\text{Abs 305} &= 1,44099 \\
&= 10 \times 0,3278 \times 1,44099 = 4,723565 \\
\text{Abs 300} &= 1,64938 \\
&= 10 \times 0,2874 \times 1,64938 = 4,740318 \\
\text{Abs 295} &= 1,35838 \\
&= 10 \times 0,0817 \times 1,35838 = 1,109796 \\
\text{Abs 290} &= 0,90948 \\
&= 10 \times 0,015 \times 0,90948 = 0,136422 \\
\text{Nilai SPF} &= \frac{0,088009+0,609424+2,011349+4,723565+4,740318+1,109796+0,136422}{7} \\
&= \mathbf{13,418885}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{11,093136+13,314588+13,418885}{3} \\
&= \mathbf{12,608870}
\end{aligned}$$

FORMULA 7**Pengulangan 1**

$$\begin{aligned}
\text{Abs 320} &= 0,36949 \\
&= 10 \times 0,018 \times 0,36949 = 0,066508
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 315} &= 0,56585 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,56585 = 0,474748 \\
 \text{Abs 310} &= 0,86619 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,86619 = 1,614578 \\
 \text{Abs 305} &= 1,17511 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,17511 = 3,852011 \\
 \text{Abs 300} &= 1,38244 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,38244 = 3,973133 \\
 \text{Abs 295} &= 1,09279 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,09279 = 0,892809 \\
 \text{Abs 290} &= 0,44289 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,44289 = 0,066434 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,066508+0,474748+1,614578+3,852011+3,973133+0,892809+0,066434}{7} \\
 &= \mathbf{10,940221}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,2697 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,2697 = 0,048546 \\
 \text{Abs 315} &= 0,43682 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,43682 = 0,366492 \\
 \text{Abs 310} &= 0,66953 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,66953 = 1,248004 \\
 \text{Abs 305} &= 0,93379 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 0,93379 = 3,060964 \\
 \text{Abs 300} &= 1,13705 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,13705 = 3,267882 \\
 \text{Abs 295} &= 1,13205 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,13205 = 0,924885 \\
 \text{Abs 290} &= 0,51092 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,51092 = 0,076638 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,048546+0,366492+1,248004+3,060964+3,267882+0,924885+0,076638}{7} \\
 &= \mathbf{8,993410}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,41659 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,41659 = 0,074986 \\
 \text{Abs 315} &= 0,60471 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,60471 = 0,507352 \\
 \text{Abs 310} &= 0,88424 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,88424 = 1,648223
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 305} &= 1,15954 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 1,15954 = 3,800972 \\
 \text{Abs 300} &= 1,27636 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 1,27636 = 3,668259 \\
 \text{Abs 295} &= 1,34136 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 1,34136 = 1,095891 \\
 \text{Abs 290} &= 1,43514 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 1,43514 = 0,215271 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,074986+0,507352+1,648223+3,800972+3,668259+1,095891+0,215271}{7} \\
 &= \mathbf{11,010954} \\
 \text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{10,840221+8,993410+11,010954}{3} \\
 &= \mathbf{10,314862}
 \end{aligned}$$

FORMULA 8

Pengulangan 1

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,14242 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,14242 = 0,025636 \\
 \text{Abs 315} &= 0,25134 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,25134 = 0,210874 \\
 \text{Abs 310} &= 0,40278 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,40278 = 0,750782 \\
 \text{Abs 305} &= 0,58061 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 0,58061 = 1,903240 \\
 \text{Abs 300} &= 0,74592 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 0,74592 = 2,143774 \\
 \text{Abs 295} &= 0,78386 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 0,78386 = 0,640414 \\
 \text{Abs 290} &= 0,45913 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,45913 = 0,068870 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,025636+0,210874+0,750782+1,903240+2,143774+0,640414+0,068870}{7} \\
 &= \mathbf{5,743589}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,37258 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,37258 = 0,067064 \\
 \text{Abs 315} &= 0,49115 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,49115 = 0,412075
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 310} &= 0,66004 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,66004 = 1,230315 \\
 \text{Abs 305} &= 0,84529 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 0,84529 = 2,770861 \\
 \text{Abs 300} &= 0,98603 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 0,98603 = 2,833850 \\
 \text{Abs 295} &= 0,92522 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 0,92522 = 0,755905 \\
 \text{Abs 290} &= 0,39932 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,39932 = 0,059898 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,067064+0,412075+1,230315+2,770861+2,833850+0,755905+0,059898}{7} \\
 &= \mathbf{8,129967}
 \end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}
 \text{Abs 320} &= 0,04021 \\
 &= 10 \times 0,018 \times 0,04021 = 0,007238 \\
 \text{Abs 315} &= 0,18311 \\
 &= 10 \times 0,0839 \times 0,18311 = 0,153629 \\
 \text{Abs 310} &= 0,39494 \\
 &= 10 \times 0,1864 \times 0,39494 = 0,736168 \\
 \text{Abs 305} &= 0,63829 \\
 &= 10 \times 0,3278 \times 0,63829 = 2,092315 \\
 \text{Abs 300} &= 0,82103 \\
 &= 10 \times 0,2874 \times 0,82103 = 2,359640 \\
 \text{Abs 295} &= 0,88943 \\
 &= 10 \times 0,0817 \times 0,88943 = 0,726664 \\
 \text{Abs 290} &= 0,30202 \\
 &= 10 \times 0,015 \times 0,30202 = 0,045303 \\
 \text{Nilai SPF} &= \frac{0,007238+0,153629+0,736168+2,092315+2,359640+0,726664+0,045303}{7} \\
 &= \mathbf{6,120957}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata nilai SPF} &= \frac{5,743589+8,129967+6,120957}{3} \\
 &= \mathbf{6,664838}
 \end{aligned}$$