

PENDUGAAN UMUR SIMPAN DENGAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* (ASLT) PENDEKATAN ARRHENIUS PADA HAND SANITIZER GEL DAUN WARU (*HIBISCUS TILIACEUS*)

(Skripsi)

Oleh

**PUAN MUTIA AYUNISA
1914231026**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

ESTIMATION OF SHELF LIFE USING THE ACCELERATED SHELF LIFE TESTING (ASLT) METHOD WITH THE ARRHENIUS MODEL ON WARU LEAF GEL HAND SANITIZER (*HIBISCUS TILIACEUS*)

By

PUAN MUTIA AYUNISA

Waru leaf gel hand sanitizer is an innovation of natural hand sanitizer that is low in alcohol. Products with natural extracts are still susceptible to damage so it is necessary to estimate the shelf life. Estimating shelf life is very necessary for producers and consumers because it is related to product quality. One way to find out the shelf life of a product is to estimate the shelf life. This study aims to determine the shelf life of waru leaf extract *gel hand sanitizer* using the ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) method with the Arrhenius approach. Waru leaf *hand sanitizer* is stored at storage temperature conditions, namely 30°C, 35°C, and 40°C for 18 days with two replications. The research data were obtained through experimental methods by conducting direct observations (pH, texture, scent, color, and absorption rate) of the research object, then using Microsoft Excel 2019 *software* to calculate the shelf life. The results showed that the waru leaf *hand sanitizer* has a shelf life of 108.48 days (3.17 months) at a temperature of 30°C.

Keywords: ASLT, Arrhenius, Waru Leaf, Hand Sanitizer, Shelf Life

ABSTRAK

PENDUGAAN UMUR SIMPAN DENGAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* (ASLT) PENDEKATAN ARRHENIUS PADA HAND SANITIZER GEL DAUN WARU (*HIBISCUS TILIACEUS*)

Oleh

PUAN MUTIA AYUNISA

Hand sanitizer gel daun waru merupakan inovasi cairan pembersih tangan alami yang rendah alkohol. Produk dengan ekstrak alami masih rentan terhadap kerusakan sehingga perlu dilakukan pendugaan umur simpan. Pendugaan umur simpan sangat diperlukan bagi produsen dan konsumen karena berhubungan dengan mutu serta kualitas produk. Salah satu cara untuk mengetahui umur simpan produk adalah dengan melakukan pendugaan umur simpan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius. *Hand sanitizer* daun waru disimpan pada kondisi suhu penyimpanan, yaitu 30°C, 35°C, dan 40°C selama 18 hari dengan dua kali ulangan. Data penelitian diperoleh melalui metode eksperimen dengan mengadakan pengamatan langsung (pH, tekstur, aroma, warna, dan tingkat penyerapan) terhadap objek penelitian, lalu menggunakan *software* Microsoft Excel 2019 untuk menghitung umur simpan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *hand sanitizer* daun waru memiliki umur simpan selama 108,48 hari (3,17 bulan) pada suhu 30°C.

Kata kunci: ASLT, *Arrhenius*, Daun Waru, *Hand Sanitizer*, Umur Simpan

PENDUGAAN UMUR SIMPAN DENGAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* (ASLT) PENDEKATAN ARRHENIUS PADA HAND SANITIZER GEL DAUN WARU (*HIBISCUS TILIACEUS*)

Oleh

Puan Mutia Ayunisa

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **Pendugaan Umur Simpan Dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Pendekatan Arrhenius Pada Hand Sanitizer Gel Daun Waru (*Hibiscus Tiliaceus*)**

Nama Mahasiswa : **Puan Mutia Ayunisa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914231026**

Program Studi : **Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

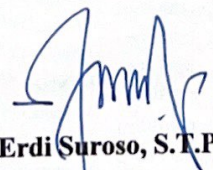

Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.

NIP 19701220 200812 2 001


Ir. Susilawati, M.Si.

NIP 19610806 198702 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.

NIP 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : **Ir. Susilawati, M.Si.**

Anggota : **Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.**

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19671020 198603 1 002

Tanggal lulus ujian skripsi: **03 Maret 2023**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puan Mutia Ayunisa
NPM : 1914231026
Program Studi : S1 Teknologi Industri Pertanian
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas : Pertanian
Alamat : Jl. Dempo No. 10A, Labuhan Ratu, Bandar Lampung.

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

Bandar Lampung,
Penulis,



Puan Mutia Ayunisa
NPM 1914231026

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 13 Maret 2002 sebagai anak dari pasangan Bapak Yusup Rusman dan Ibu Nita Sari. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat Sekolah Dasar di SD Muhammadiyah 1 Bandar Lampung tahun 2013, tingkat Menengah Pertama di SMP Negeri 23 Bandar Lampung pada tahun 2016, dan tingkat Menengah Atas di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2019. Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada Tahun 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Gunung Terang, Kecamatan Langkapura, Kota Bandar Lampung selama 40 hari dari bulan Januari hingga Februari Tahun 2022. Selanjutnya penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di IDAEZ Group dengan judul “Mempelajari Proses Produksi dan Pengemasan Produk di Idaez Group Lampung”.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif menjadi panitia Pekan Ilmiah Nasional 6th di tahun 2021 sebagai Sekertaris Koordinator LKTI Mahasiswa dan pada Pekan Ilmiah Nasional 7th di Tahun 2022 aktif sebagai Anggota Sie. Konsumsi. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum di mata kuliah mesin dan peralatan industri di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian tahun ajaran 2021/2022.

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Pendugaan Umur Simpan Dengan Metode Accelerate Shelf Life Testing (ASLT) Pendekatan Arrhenius Pada Hand Sanitizer Gel Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus*)**”.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan, nasehat, serta saran-saran yang membangun untuk penulis. Oleh karena itu, dengan rendah hati penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga nilainya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
3. Bapak Ir. Harun Al Rasyid, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Pembimbing Akademik atas pelajaran, bimbingan, arahan, nasihat, saran, serta meluangkan waktu yang banyak membantu dan memotivasi penulis dalam menjalani perkuliahan dan tentunya menyelesaikan skripsi ini, serta ilmu yang telah diberikan selama masa penelitian. Penulis mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan yang sekiranya kurang berkenan.

5. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediannya untuk memberikan ilmu, motivasi, nasihat, arahan, dukungan, dan bimbingan dalam proses penyelesaian skripsi. Penulis mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan yang sekiranya kurang berkenan.
6. Ibu Novita Herdiana, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembahas skripsi atas masukan, arahan dan nasihat yang diberikan dalam penyusunan skripsi.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, atas semua ilmu dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Teristimewa kepada keluarga, orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat terdekat: Reza Annisa, Astri Wulandari, Karina Elvira, Wanda Oktaria, Firlya Putri, Nadia Silvia, Anty Ummiyati, Septi Selvani, dan Putri Ajeng yang telah mendukung dan memberikan semangat selama menyelesaikan studi dan skripsi.
10. Sahabat-sahabatku semasa sekolah: Intan Anisa, Bintang Damarani, Salsa Hentia, Tina Febriani, Dinda Marthatia, Ajeng Maraaini, dan Ratna Atiqah yang telah memberi semangat, doa, dan dukungan meskipun dari jarak jauh.
11. TIP 2019 yang kebanggakan, yang telah saling memberikan dukungan dan kebersamaan selama masa perkuliahan di Universitas Lampung.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi.

Dengan segala kekurangan yang ada, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT memberikan balasan terbaik atas segala bantuan yang telah diberikan. Aamin.

Bandar Lampung, Maret 2023

Penulis,

Puan Mutia Ayunisa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Hand Sanitizer.....	6
2.2 Tanaman Waru (<i>Hibiscus tiliaceus L.</i>)	7
2.3 Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>)	10
2.4 Antimikroba	13
2.5 Pendugaan Umur Simpan	13
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat.....	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	18
3.4.1 Pembuatan Serbuk Daun Waru	18
3.4.2 Pembuatan Ekstrak	19
3.4.2.1 Pembuatan Ekstrak Daun Waru	19
3.4.2.2 Pembuatan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis	20

3.4.3 Pembuatan Gel <i>Hand Sanitizer</i> Ekstrak Daun Waru	21
3.5 Pengamatan	23
3.5.1 Uji Sensori.....	23
3.5.2 Uji pH.....	25
3.5.3 Uji Iritasi Kulit	25
3.5.4 Penentuan Umur Simpan.....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hand Sanitizer Gel Daun Waru	31
4.2 Visualisasi Hand Sanitizer Gel Daun Waru	
Selama Penyimpanan	33
4.3. Perubahan Hand Sanitizer Selama Penyimpanan	34
4.3.1 Uji Sensori.....	34
4.3.1.1 Tekstur Hand Sanitizer Gel Daun Waru	34
4.3.1.2 Aroma Hand Sanitizer Gel Daun Waru.....	36
4.3.1.3 Warna Hand Sanitizer Gel Daun Waru	38
4.3.1.4 Tingkat Penyerapan Hand Sanitizer	
Gel Daun Waru.....	41
4.3.2 Derajat Keasaman (pH).....	43
4.4 Uji Iritasi	44
4.5 Penentuan Umur Simpan Hand Sanitizer Gel Daun Waru	46
4.5.1 Contoh perhitungan umur simpan <i>hand sanitizer</i> gel	
daun waru dalam kemasan aluminium foil pada	
parameter warna.....	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. GC-MS ekstrak daun waru.....	9
2. Skrining fitokimia ekstrak etanol kulit jeruk nipis	12
3. Perbedaan Metode ESS dan Metode ASLT	16
4. Formulasi pembuatan hand sanitizer gel ekstrak daun waru	22
5. Kuisisioner uji skoring hand sanitizer gel ekstrak daun waru	24
6. Kuisisioner uji iritasi hand sanitizer gel ekstrak daun waru	26
7. Pengujian iritasi pada hand sanitizer gel ekstrak daun waru (30°C)	44
8. Pengujian iritasi pada hand sanitizer gel ekstrak daun waru (35°C)	45
9. Pengujian iritasi pada hand sanitizer gel ekstrak daun waru (40°C)	45
10. Plot hubungan parameter mutu dengan suhu penyimpanan.....	47
11. Umur simpan <i>hand sanitizer</i> gel daun waru berdasarkan ordo 1 pada parameter penurunan mutu di berbagai suhu penyimpanan (30°C, 35°C, dan 40°C)	49
12. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter warna (ordo 1).....	51
13. Perubahan nilai pH hand sanitizer gel daun waru yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan ketebalan 0,08 mm dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 18 hari.....	63
14. Perubahan nilai parameter tekstur hand sanitizer gel daun waru yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan ketebalan 0,08 mm dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 18 hari.....	64
15. Perubahan nilai parameter aroma hand sanitizer gel daun waru yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan ketebalan 0,08 mm dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 18 hari.....	64

Tabel	Halaman
16. Perubahan nilai parameter warna <i>hand sanitizer</i> gel daun waru yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan ketebalan 0,08 mm dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 18 hari.....	65
17. Perubahan nilai parameter tingkat penyerapan hand sanitizer gel daun waru yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dengan ketebalan 0,08 mm dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 18 hari	65
18. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter pH (ordo 0).....	67
19. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter pH (ordo 1).....	70
20. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter aroma (ordo 0).....	72
21. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter aroma (ordo 1).....	75
22. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter tekstur (ordo 0).....	77
23. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter tekstur (ordo 1).....	80
24. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter tingkat penyerapan (ordo 0).....	82
25. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter tingkat penyerapan (ordo 1).....	85
26. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter warna (ordo 0).....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pikir penelitian	5
2. Tanaman Waru.....	8
3. Kromatogram ekstrak etanol daun waru	9
4. Jeruk Nipis	11
5. Kromatogram minyak atsiri kulit jeruk nipis	12
6. Diagram Alir Pembuatan Serbuk Daun Waru.....	19
7. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Daun Waru.....	20
8. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis.....	21
9. Diagram Alir Proses Pembuatan Hand Sanitizer ekstrak daun waru.	22
10. Grafik regresi linear parameter mutu hand sanitizer gel daun waru (ordo nol).....	27
11. Grafik regresi linear parameter mutu hand sanitizer gel daun waru (ordo satu).....	28
12. Grafik hubungan antara nilai $1/T$ dengan $\ln k$ dalam persamaan Arrhenius.....	29
13. Hasil Sentrifugasi ekstrak daun waru.....	32
14. Bentuk Kemasan Aluminium Foil	33
15. Hand sanitizer gel daun waru	33
16. Hand sanitizer gel daun waru selama penyimpanan 18 hari dengan 2 kali ulangan, ulangan 1 (a); ulangan 2 (b).....	34
17. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai tekstur hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C.....	35
18. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai aroma hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C.....	37

Gambar	Halaman
19. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai warna hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C	39
20. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai tingkat penyerapan hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C.....	41
21. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai pH hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C	43
22. Grafik regresi linear nilai mutu warna hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 1)	50
23. Grafik hubungan antara ln k warna dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 1).....	51
24. Grafik regresi linear nilai mutu pH hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 0)	66
25. Grafik hubungan antara ln k pH dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 0)	67
26. Grafik regresi linear nilai mutu pH hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 1)	69
27. Grafik hubungan antara ln k pH dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 1)	70
28. Grafik regresi linear nilai mutu aroma hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 0)	72
29. Grafik hubungan antara ln k aroma dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 0)	73
30. Grafik regresi linear nilai mutu aroma hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 1)	74
31. Grafik hubungan antara ln k aroma dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 1)	75
32. Grafik regresi linear nilai mutu tekstur hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 0)	77
33. Grafik hubungan antara ln k tekstur dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 0)	78
34. Grafik regresi linear nilai mutu tekstur hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 1)	79
35. Grafik hubungan antara ln k tekstur dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 1)	80

Gambar	Halaman
36. Grafik regresi linear nilai mutu tingkat penyerapan hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 0).....	82
37. Grafik hubungan antara ln k tingkat penyerapan dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 0).....	83
38. Grafik regresi linear nilai mutu tingkat penyerapan hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 1).....	84
39. Grafik hubungan antara ln k tingkat penyerapan dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 1).....	85
40. Grafik regresi linear nilai mutu warna hand sanitizer gel daun waru pada kemasan aluminium foil (ordo 0)	87
41. Grafik Hubungan antara ln k warna dengan 1/T hand sanitizer gel daun waru dalam kemasan aluminium foil (ordo 0)	88
42. Daun waru	90
43. Daun waru kering	90
44. Hasil bubuk daun waru.....	90
45. Proses ekstraksi daun waru	90
46. Sentrifugasi ekstrak waru	91
47. Buah jeruk nipis ukuran sedang	91
48. Kulit jeruk nipis dipotong kecil-kecil	91
49. Proses ekstraksi kulit jeruk nipis.....	91
50. Pembuatan hand sanitizer gel ulangan 1 dan ulangan 2.....	91
51. Hasil hand sanitizer gel ulangan 1 dan ulangan 2	91
52. Penyimpanan hand sanitizer gel pada suhu ruang (30°C).....	92
53. Penyimpanan hand sanitizer gel pada suhu 40°C	92
54. Penyimpanan hand sanitizer gel pada suhu 35°C	92
55. Pengujian sensori hand sanitizer gel	92
56. Pengujian pH hand sanitizer gel.....	92

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Penentuan umur simpan menjadi hal yang penting dilakukan terkait mutu suatu produk. Penentuan umur simpan produk dapat ditentukan dengan mengevaluasi perubahan mutunya selama penyimpanan. Informasi masa simpan sangat diperlukan oleh produsen dan konsumen karena berhubungan erat dengan kualitas produk tersebut. Pendugaan umur simpan ini dapat menjadi dasar dalam mengetahui rentang waktu produk saat mulai diproduksi atau dikemas hingga digunakan oleh konsumen dengan mutu yang masih memenuhi persyaratan (Asiah dkk., 2018). *Hand sanitizer* menjadi salah satu produk yang perlu dilakukan pendugaan umur simpan, terutama *hand sanitizer* alami. *Hand sanitizer* alami memiliki komponen penyusun berupa bahan alami. Salah satu bentuk inovasi produk *hand sanitizer* alami adalah *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru. Menurut Diana dkk (2013), penggunaan *hand sanitizer* berbentuk gel memiliki kelebihan, yaitu penggunaannya lebih mudah hanya dengan menuangkan sedikit di telapak salah satu tangan dan membasuhnya ke telapak tangan yang lain.

Hand sanitizer gel waru terdiri dari komponen ekstrak daun waru dan ekstrak kulit jeruk nipis yang memiliki senyawa antimikroba alami. Penggunaan tanaman waru (*Hibiscus tiliaceus L.*), khususnya bagian daun dipilih karena memiliki senyawa yang berpotensi sebagai antimikroba dan antioksidan. Berdasarkan penelitian Sartika dkk (2020), daun waru memiliki senyawa, seperti saponin, flavonoid, polifenol, dan tannin yang aktif berperan sebagai antimikroba alami. Daun waru juga terbukti memiliki aktivitas antimikroba *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermis*. Penggunaan ekstrak alami dari daun waru yang di ekstraksi menggunakan metode maserasi mampu untuk menurunkan cemaran

Eschericia coli dengan persentase penurunan sebesar 76,12%. Sementara itu, hasil GC-MS ekstrak daun waru juga menunjukkan kandungan tertinggi hingga ke rendah berturut-turut, seperti phytol (38,70%); Pentadecanoic acid,14-methyl-,methyl ester (21,11%); 9,12,15- Octadecatrienoic acid,methyl-ester, (Z,Z,Z)- (8,24%); 8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester (5,59%) (Sartika et al., 2022). Berdasarkan hasil uji GC-MS, ekstrak daun waru berpotensi menjadi bahan antimikroba alami.

Selain menggunakan ekstrak daun waru, pembuatan *hand sanitizer* juga ditambahkan ekstrak kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). Penambahan ekstrak kulit jeruk nipis dilakukan agar didapati aroma segar dari minyak atsiri yang terkandung di dalamnya. Menurut Wibaldus dkk (2016), hasil identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri jeruk nipis mengandung 5 senyawa yang dominan, yaitu limonen, β -citral, β -pinen, Citral, dan β -phellandren. Selain itu, penggunaan ekstrak kulit jeruk nipis juga berperan sebagai antioksidan dan antibakteri karena memiliki kandungan senyawa flavonoid (Adindaputi dkk., 2013). Senyawa flavonoid pada kulit jeruk nipis dikenal mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* atau kuman pada kulit (Triyani dkk., 2021). Berdasarkan penelitian Wardani dkk (2019), juga ditemukan bahwa ekstrak kulit jeruk nipis mampu menghambat pertumbuhan beberapa bakteri isolat klinis, seperti *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Klebsiella pneumoniae*. Hal tersebut menunjukkan bahwa kulit jeruk nipis berpotensi sebagai antibakteri alami.

Penggunaan *hand sanitizer* gel daun waru masih rentan terhadap kerusakan karena produk ini sebagian besar berbahan dasar alami. Sementara itu, berdasarkan penelitian Wibisono (2021), *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru dengan kadar 25% mampu menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dengan skor daya hambat sebesar 16,18 mm, pH 6,10, daya sebar 6,40 cm dan tidak terdapat iritasi terhadap 10 panelis. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait umur simpan *hand sanitizer* gel daun waru sebagai cara untuk menjamin keamanan dan kelayakan produk saat sampai di tangan konsumen. Proses penentuan umur simpan

pada penelitian *hand sanitizer* dapat dilakukan dengan menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) pendekatan Arrhenius.

Perhitungan umur simpan dengan metode ASLT pada produk non-pangan telah dilakukan oleh Zetiara (2014), pada *hand sanitizer* gel aloe vera dan gliserin didapati umur simpan selama 215 hari (7.16 bulan). Metode ASLT dipilih karena mampu mengkondisikan produk pada kondisi lingkungan suhu yang relatif tinggi sehingga batas mutu lebih cepat tercapai. Selain itu, pemilihan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius juga disebabkan metode ini mampu dilakukan dalam waktu singkat dengan akurasi yang baik (Ritonga dkk., 2020). Dengan penggunaan metode ASLT pendekatan Arrhenius, diharapkan umur simpan dari *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru dapat diketahui.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui umur simpan *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius.

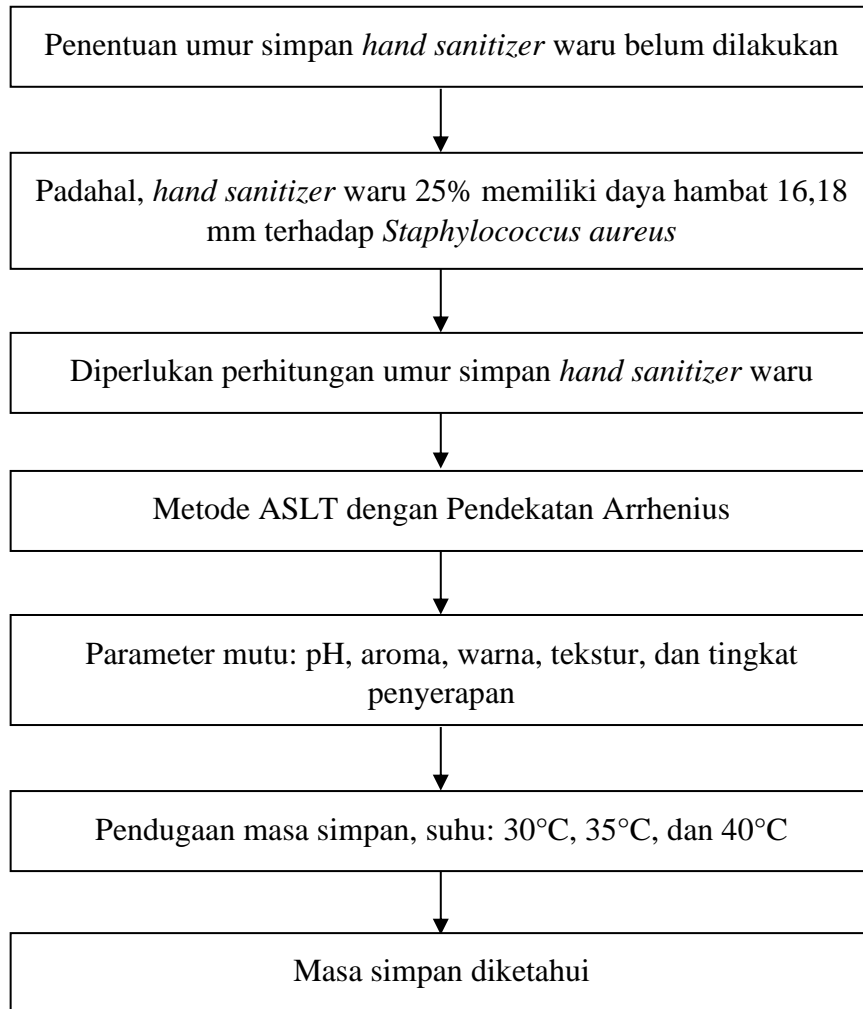
1.3 Kerangka Pemikiran

Penentuan umur simpan *hand sanitizer* perlu dilakukan karena produk ini sering digunakan oleh masyarakat untuk membersihkan tangan. Khususnya, *hand sanitizer* alami yang masih rentan mengalami kerusakan karena sebagian besar komponen penyusunnya merupakan bahan alami. Salah satu bentuk inovasi produk *hand sanitizer* alami adalah *hand sanitizer* daun waru. Namun, pendugaan umur simpan *hand sanitizer* ekstrak daun waru hingga saat ini belum dilakukan. Sementara itu, penggunaan ekstrak daun waru dan ekstrak kulit jeruk nipis dapat menghasilkan *hand sanitizer* rendah alkohol yang aman bagi kulit. Berdasarkan penelitian Wibisono (2021), *hand sanitizer* ekstrak daun waru 25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat yang dihasilkan sebesar 16,18 mm, pH 6,10, daya sebar 6,40 cm, dan tidak terdapat

iritasi terhadap 10 panelis. Dengan begitu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait umur simpan *hand sanitizer* agar diketahui apakah masih layak diterima dalam jangka waktu tertentu.

Umur simpan berkaitan dengan rentang waktu produk saat mulai dikemas sampai produk digunakan, dimana produk dalam kondisi yang baik dan masih memenuhi syarat. Informasi tentang perhitungan umur simpan sangat penting untuk produsen karena umur simpan berperan sebagai bentuk jaminan keamanan produk. Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan mengamati produk selama masa penyimpanan pada selang waktu tertentu hingga terjadi penurunan mutu (Asiah dkk., 2018). Hal tersebut dapat dijadikan informasi untuk melakukan perhitungan umur simpan produk. Penentuan umur simpan pada produk non-pangan, yaitu *hand sanitizer* dapat dilakukan seperti pada penelitian Zetiara (2014), menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius.

Pengujian umur simpan *hand sanitizer* gel daun waru dilakukan berdasarkan parameter pH, aroma, warna, tekstur, dan tingkat penyerapan. Selanjutnya, suhu penyimpanan pada pendugaan umur simpan *hand sanitizer* gel daun waru akan dilakukan di 3 suhu yang berbeda, yaitu 30°C, 35°C, dan 40°C. Penggunaan 3 suhu penyimpanan yang berbeda dimaksudkan untuk mendapatkan korelasi yang tepat (Asiah dkk., 2018). Terakhir, diharapkan dari hasil penelitian ini akan diketahui umur simpan *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru sebagai antiseptik tangan. Kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hand Sanitizer

Hand sanitizer atau cairan pembersih tangan adalah sediaan pembersih yang terbuat dari bahan aktif detergen dengan atau tanpa penambahan zat lain yang tidak menimbulkan iritasi pada kulit. Bahan aktif yang terkandung dalam *hand sanitizer*, seperti alkohol dikenal mampu membunuh serta menghambat pertumbuhan bakteri (Asngad dkk., 2018). *Hand sanitizer* terdiri dari dua jenis, yaitu *hand sanitizer gel* dan *hand sanitizer spray*. *Hand sanitizer gel* adalah sediaan pembersih tangan berbentuk gel yang mampu membersihkan serta menghilangkan kuman pada tangan dengan kandungan bahan aktif alkohol (Bahri dkk., 2021). Adapun kelebihan dari *hand sanitizer* jenis gel adalah memiliki viskositas dan daya lekat tinggi sehingga tidak mudah mengalir pada permukaan kulit, mudah merata bila dioles, dan meninggalkan lapisan seperti film pada saat pemakaian. Oleh karena itu, penggunaan jenis gel mampu menjaga kebersihan tangan lebih lama (Diana dkk., 2013). Selain itu, *hand sanitizer spray* adalah sediaan pembersih tangan berbentuk spray. Kedua jenis *hand sanitizer* tersebut memiliki fungsi yang sama karena mengandung bahan-bahan aktif untuk membersihkan tangan.

Khusus produk *hand sanitizer gel*, berasal dari bahan alkohol yang dicampurkan bersama dengan bahan pengental, misal CMC-Na, carbomer, dan carbopol. Bahan pengental menjadikannya berbentuk jelly atau gel untuk mempermudah dalam penggunaannya. CMC-Na (Natrium Carboxy Methyl Celulose) merupakan salah satu bahan pengental yang umum digunakan dalam pembuatan *hand sanitizer* alami. CMC-Na dipilih karena mampu membentuk viskositas dan kestabilan yang lebih baik dibandingkan carbomer dan carbopol. Selain itu, CMC-Na mampu membentuk viskositas yang besar sehingga gel yang menempel pada kulit akan

lebih lama. CMC-Na juga bersifat biodegradable, tidak berwarna, mudah larut dalam air namun tidak larut dalam larutan organik, membentuk gel transparan, tidak beracun, aman digunakan pada kulit, tidak menyebabkan alergi, dan bersifat inert (tidak bereaksi secara kimiawi) (Ariyani dkk., 2013).

Hand sanitizer mulai populer digunakan karena penggunaannya mudah tanpa membutuhkan air dan sabun. Baik penggunaan *hand sanitizer* gel maupun spray ditentukan berdasarkan preferensi konsumen. Kelebihan dari penggunaan *hand sanitizer* dibandingkan dengan penggunaan sabun cuci tangan adalah lebih praktis dan terhindar dari kontaminasi kuman serta kotoran karena tersimpan dalam bentuk kemasan yang higienis (Diana dkk., 2013). Dengan begitu, *hand sanitizer* menjadi alternatif yang nyaman bagi masyarakat, tetapi jika tangan dalam keadaan kotor, seperti terdapat tanah, darah, ataupun lainnya maka dianjurkan tetap mencuci tangan dengan air dan sabun (Hapsari dkk., 2015).

2.2 Tanaman Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

Tanaman waru merupakan tumbuhan tropis yang mudah dijumpai dan dikenal sebagai pohon peneduh tepi jalan, sungai, dan pantai. Tanaman ini memiliki tinggi sekitar 5-15 meter dengan kayu lurus, berbulu halus, dan bertangkai panjang 5-8cm. Helai daun besar dengan panjang daun 10-20cm dan lebar 9-35cm (Sartika dkk., 2020). Nama tanaman waru di Indonesia beraneka ragam, seperti baru (Gayo, Belitung, Sumba), baru dowongi (Ternate, Tidore), Haru (Maluku), dan Kalibau (Palu) (Frantauansyah dkk., 2013). Tanaman waru dapat dilihat pada gambar 2.

Menurut Hidayah dkk (2021), secara taksonomi tanaman waru (*Hibiscus tiliaceus*) memiliki klasifikasi sebagai berikut.

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
 Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
 Sub-divisi : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
 Kelas : *Dicotyledonae* (biji berkeping dua)
 Ordo : *Malvales*
 Famili : *Malvaceae*

Genus : *Hibiscus*
Spesies : *Hibiscus tiliaceus*

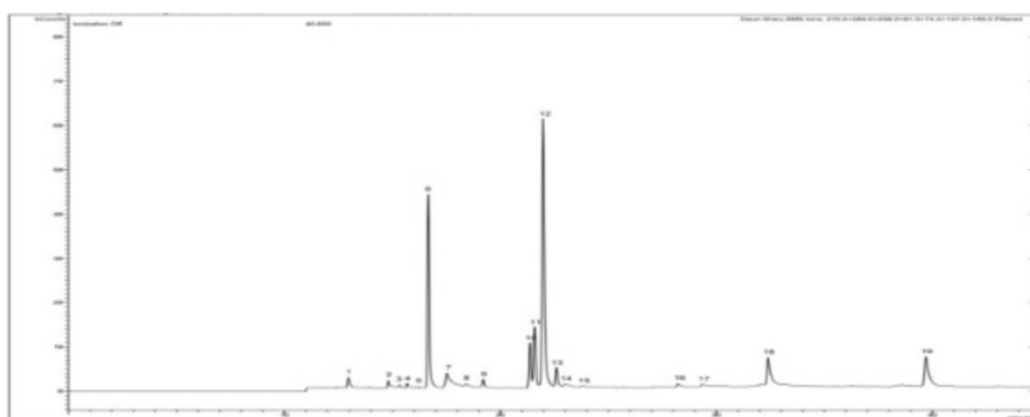


Gambar 2. Tanaman Waru.
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Pemanfaatan tanaman waru masih jarang dilakukan, sebab masyarakat mengenal tanaman ini sebagai tanaman liar. Namun, tanaman waru sebenarnya memiliki banyak kandungan yang bermanfaat (Frantauansyah dkk., 2013). Berbagai macam khasiat pada tanaman waru disebabkan adanya kandungan senyawa metabolit sekunder seperti pada akarnya (saponin, flavonoid, tannin), pada bunga (antosianin), dan pada daun waru (polifenol, saponin, flavonoid, tannin, alkaloid, steroid) (Surahmaida dkk., 2020). Berdasarkan komponen-komponen tersebut, tanaman waru dapat berfungsi sebagai antimikroba, membersihkan darah, antiradang, antibengkak, dan antikanker (esofagus, lambung, paru-paru, payudara, kulit). Salah satu bagian tanaman waru yang mengandung komponen fenolik berupa senyawa flavonoid tertinggi terletak pada daun waru, sehingga memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan (Rahayu dkk., 2022). Selain itu, daun waru juga mengandung nutrisi berupa vitamin a, vitamin b, natrium, kalium, zat besi, dan kalsium (Elisma dkk., 2017).

Daun waru dikenal memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif, seperti *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella partyphi* (Sartika dkk., 2020). Berdasarkan penelitian Alviani dkk (2022), analisis komponen senyawa organik utama yang ada pada daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan GC-MS adalah asam lemak dan ester

(31%), senyawa nitrogen (18,28%) dan kuinolin (23%) sebagai alkaloid yang memiliki aktivitas antiprotozoa dan antioksidan. Oleh karena itu, daun waru sangat berpotensi menjadi bahan antimikroba alami. Adapun analisis kromatografi gas spektroskopi massa pada ekstrak daun waru oleh Sartika et al (2022), menunjukkan kandungan tertinggi hingga ke rendah berturut-turut, seperti phytol (38,70%); Pentadecanoic acid,14-methyl-,methyl ester (21,11%); 9,12,15- Octadecatrienoic acid,methyl-ester, (Z,Z,Z)- (8,24%); 8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester (5,59%). Berikut hasil analisis dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kromatogram ekstrak etanol daun waru
Sumber: Sartika *et al.* (2022)

Selain itu, komponen lain yang ada pada daun waru dapat dilihat pada rangkuman hasil analisis GC-MS (*gas chromatography mass spectrometry*) yang dilakukan oleh Sartika *et al.* (2022) dihasilkan sebagai berikut pada tabel 1.

Tabel 1. GC-MS ekstrak daun waru

The Chemical Compound	Area	% Area
1. 4-((1E)-3-Hydroxy-1-propenyl)-2-methoxyphenol	16.978	1.39
3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	9.722	0.80
2H-Pyran,2-(7-heptadecyloxy)tetrahydro-	7.685	0.63
3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	6.447	0.53
11-Hexadecenoic acid, methyl ester	2.510	0.21
Pentadecanoic acid,14-methyl-,methyl ester	258.045	21.11
n-Hexadecanoic acid	58.626	3.80
n-Hexadecanoic acid	8.092	0.66
Heptadecanoic acid,methyl ester	12.992	1.06

8,11-Octadecadienoic acid,methyl ester	68.372	5.59
9,12,15- Octadecatrienoic acid,methyl ester,(Z,Z,Z)-	100.746	8.24
Phytol	472.956	38.70
Octadecanoic acid,methyl ester	29.407	2.41
9,12,15- Octadecatrienoic acid,2,3- dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-	5.547	0.45
9,12-Octadecadienoic acid,methyl ester, (E,E)-	2.505	0.20
Pentatriacontane	5.673	0.46
Cedran-diol,8S,14-	2.878	0.24
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	72.592	5.94
Squalene	80.480	6.58

Sumber: Sartika *et al.* (2022)

2.3 Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)

Tanaman jeruk nipis merupakan salah satu tanaman obat keluarga (toga) yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan obat tradisional. Tanaman ini berasal dari Asia dan tumbuh subur pada daerah yang beriklim tropis. Tanaman ini memiliki tinggi sekitar 150-350 cm dengan buah yang berkulit tipis, berbentuk bulat diameter 3,5-5cm, dan berwarna hijau tua hingga kuning. Setiap bagian pada jeruk nipis, seperti buah, kulit, daun, bunga, dan akar banyak dimanfaatkan untuk berbagai kegunaan (Prastiwi dkk., 2017). Buah jeruk nipis dapat dilihat pada gambar 4.

Menurut Nurrokhmah (2018), secara taksonomi tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) memiliki klasifikasi sebagai berikut.

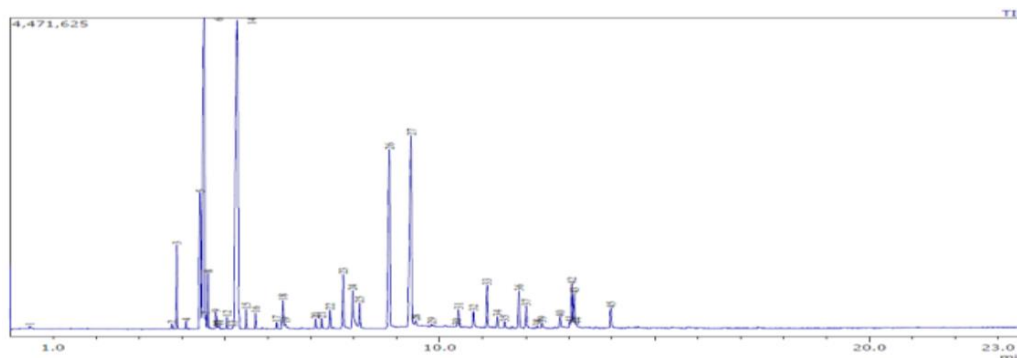
Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub-divisi	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (biji berkeping dua)
Ordo	: <i>Rutales</i>
Famili	: <i>Rutaceae</i>
Genus	: <i>Citrus</i>
Spesies	: <i>Citrus aurantifolia</i>



Gambar 4. Jeruk Nipis
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022)

Tanaman jeruk nipis memiliki beberapa kandungan yang bermanfaat, seperti flavonoid, saponin, minyak atsiri, asam sitrat, asam amino, fosfor, kalsium, vitamin B1, dan vitamin C. Berdasarkan kandungan tersebut, jeruk nipis dapat berfungsi sebagai antikolesterol antibakteri, antiosteoporosis, dan antikanker (Adindaputi dkk, 2013). Salah satu bagian jeruk nipis yang sering digunakan untuk mendapatkan aroma khas jeruk yang segar adalah bagian kulit buah. Kulit jeruk nipis mengandung senyawa fenolik, asam askorbat, asam sitrat, dan minyak atsiri yang jika diekstrak akan memberikan aroma tajam khas jeruk dengan warna hijau bening (Sari dkk., 2022).

Kandungan minyak atsiri juga mampu membunuh bakteri dengan meningkatkan fluiditas dan permeabilitas membran sehingga mengikat protein transport, menghambat respirasi, dan merubah proses transpor ion dalam bakteri (Ashfia dkk., 2019). Minyak atsiri yang ada pada kulit jeruk nipis terdiri dari berbagai komponen, seperti terpen, sesquiterpen, aldehida, ester, dan sterol. Berdasarkan penelitian Wibaldus dkk (2016), terkait analisis kromatografi gas spektroskopi massa pada minyak atsiri kulit jeruk nipis menunjukkan bahwa terdapat 45 senyawa penyusun minyak atsiri, dimana terdiri dari 5 senyawa mayor (limonen (26,04%), β -citral (10,40%), β -pinen (18,84%), Citral (13,09%), dan β -phellandren (6,29%)) dan 40 senyawa minor. Adapun hasil analisis dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Kromatogram minyak atsiri kulit jeruk nipis
Sumber: Wibaldus dkk. (2016)

Selanjutnya, telah dilakukan juga skrining fitokimia ekstrak kulit jeruk nipis dengan etanol 96%. Berdasarkan penelitian Indrayani dkk (2019), menunjukkan hasil positif yang berarti adanya kandungan senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, steroid dan glikosida. Keterangan positif menandakan adanya endapan pada saat pengujian. Senyawa-senyawa tersebut memiliki daya antimikroba sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan antimikroba alami. Berikut hasil skrining fitokimia ekstrak kulit jeruk nipis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Skrining fitokimia ekstrak etanol kulit jeruk nipis

Kandungan senyawa	Hasil
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Tanin	+
Saponin	+
Steroid	+
Glikosida	+

Sumber: Indrayani dkk (2019)

Selain itu, menurut Adindaputi dkk (2013), bagian jeruk nipis yang mempunyai konsentrasi flavonoid tertinggi terletak pada kulit buah, sehingga memiliki daya antimikroba dan antioksidan yang tinggi. Kandungan senyawa flavonoid yang terdapat pada kulit, yaitu naringin, hesperidin, naringein, hesperitin, rutin, nobiletin, dan tangeratin. Senyawa flavonoid ini memiliki aktivitas antimikroba patogen serta

bakteri anaerob, seperti *Staphylococcus aureus*, *Salmonella paratyphi*, *Shigella flexnerii*, *Streptococcus faecalis*, *Citrobacter spp*, *Serratia spp*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, and *Bacteroides spp.*, *Porphyromonas spp*, dan *Clostridium spp*. (Silalahi, 2020). Berdasarkan uraian tersebut, maka ekstrak kulit jeruk nipis berpotensi menjadi bahan antimikroba alami.

2.4 Antimikroba

Senyawa antimikroba adalah senyawa biologis atau kimia yang mampu mengganggu pertumbuhan bakteri (Yanis dkk., 2020). Menurut Erwanda (2019), berdasarkan sifat toksisitas antimikroba terbagi menjadi 2 sifat, yaitu bakteriostaik (menghambat pertumbuhan bakteri) dan bakterisid (membunuh pertumbuhan bakteri). Senyawa antimikroba dapat dibedakan antara antimikroba sintetis dan antimikroba alami. Senyawa antimikroba sintetis dihasilkan dengan membentuk senyawa kimia yang sifatnya mirip dengan aslinya, seperti paraben. Sementara itu, senyawa antimikroba alami, dihasilkan langsung oleh organisme hidup berupa senyawa metabolit sekunder, seperti senyawa flavonoid (Sartika dkk., 2020). Adapun mekanisme kerja senyawa antimikroba alami menurut Moulia dkk (2018), dapat terjadi dengan empat cara.

Pertama, merusak dinding sel dengan menghambat pembentukan atau setelah sel telah terbentuk. Kedua, merusak membran sel sehingga menghambat pertumbuhan sel. Ketiga, menghambat sintesis asam nukleat, protein, DNA, RNA pada sel bakteri sehingga mengakibatkan kerusakan total pada sel. Keempat, menghambat kerja enzim sehingga mengakibatkan terganggunya metabolisme di dalam sel atau matinya sel.

2.5 Pendugaan Umur Simpan

Umur simpan atau *shelf life* merupakan suatu parameter ketahanan produk sebagai rentang waktu antara produksi hingga konsumsi sebelum produk mengalami penurunan kualitas, dimana produk masih berada dalam kondisi yang baik

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

Pendugaan umur simpan suatu produk dapat dilakukan dengan berbagai metode pengujian. Penentuan umur simpan suatu produk dapat ditentukan dengan bantuan tiga kriteria. Pertama, perubahan profil sensori secara keseluruhan dan pertimbangan dari konsumen bahwa produk sudah tidak layak untuk diterima dengan pengujian secara deskriptif. Kedua, konsumen atau panelis diminta untuk menilai atribut kritis terhadap perubahan kualitas produk. Ketiga, membandingkan produk yang baru di produksi dan yang sudah dipasarkan apakah tidak lagi memiliki kesamaan. Pendugaan umur simpan produk dapat diduga dan ditetapkan dengan dua konsep studi penyimpanan produk, yaitu metode konvensional ESS (*Extended Storage Studies*) dan metode akselerasi kondisi penyimpanan ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) (Asiah dkk., 2018)

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

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

Pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan Arrhenius dilakukan berdasarkan teori kinetika yang pada umumnya menggunakan ordo reaksi nol atau ordo reaksi satu. Ordo reaksi menyatakan besarnya pengaruh konsentrasi pereaksi pada laju reaksi yang hanya dapat ditentukan secara eksperimen. Pada reaksi ordo satu menjelaskan terkait penurunan mutu yang bersifat logaritmik atau penurunan yang semakin rendah seiring dengan lama penyimpanan, umumnya karakteristik tersebut dimiliki oleh produk yang rentan terhadap kehilangan vitamin, inaktivasi mikroba, kerusakan warna oksidatif, dan kerusakan tekstur karena suhu. Sementara itu, reaksi ordo nol ditandai dengan perubahan mutu produk yang bersifat konstan, umumnya karakteristik tersebut dimiliki oleh produk beku dan produk yang rentan terhadap pencoklatan non enzimatis (Lestari, 2021). Adapun beberapa perbedaan dari metode konvensional ESS (*Extended Storage Studies*) dan metode akselerasi kondisi penyimpanan ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan Metode ESS dan Metode ASLT

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

Sumber : Herawati, 2008.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri, Laboratorium Uji Sensori, dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Desember 2022 sampai Januari 2023.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *hand sanitizer* gel adalah ekstrak daun waru (*Hibiscus tilaceus L.*), ekstrak kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*), aquades, CMC-Na, gliserin, dan etanol.

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan *hand sanitizer* gel adalah gelas ukur, timbangan digital, pH meter, spatula, oven, grinder, sealer, centrifuge, dan kemasan kantong aluminium foil ketebalan 80 μm merk delkchoice.

3.3 Metode Penelitian

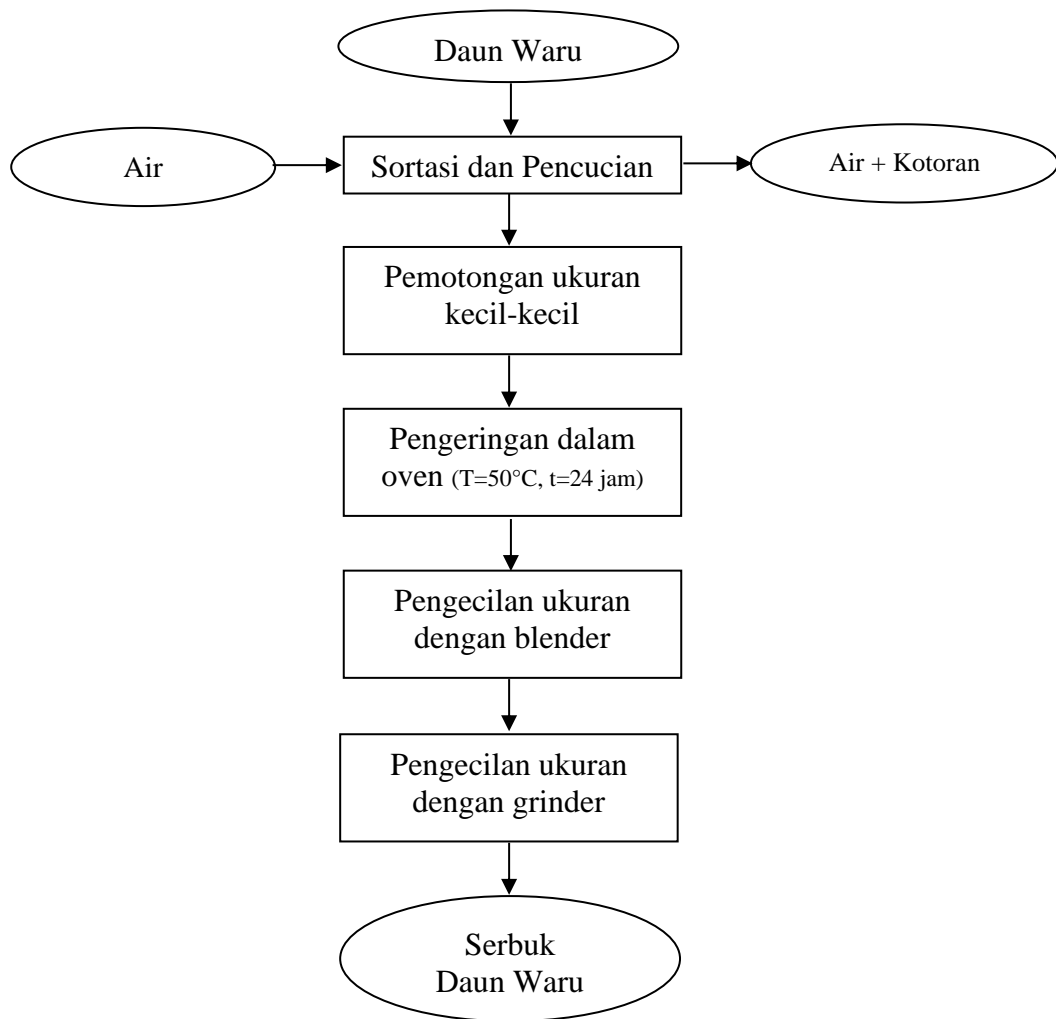
Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. *Hand sanitizer* gel daun waru disimpan pada 3 suhu penyimpanan berbeda, yaitu 30°C, 35°C, dan 40°C dengan 2 kali ulangan. Selanjutnya, *hand sanitizer* gel daun waru dikemas dalam kemasan kantong aluminium foil dengan isi per kemasan sebanyak 30 ml. Pada masing-masing suhu penyimpanan terdiri dari 14 sampel *hand sanitizer*. Selanjutnya, penentuan titik penyimpanan *hand sanitizer* dilakukan berdasarkan Asiah dkk (2018), dimana untuk mendapatkan korelasi yang tepat maka rentang waktu pengujian minimal 5 titik dan semakin banyak titik dapat memastikan tingkat

kevalidan hasil. Oleh karena itu, penyimpanan *hand sanitizer* dilakukan dengan 7 titik penyimpanan pada waktu 0, 3, 6, 9, 12, 15, dan 18 hari. Setelah itu, dilakukan pengujian sampel per hari yang telah ditentukan terhadap pH, uji iritasi, dan uji organoleptik deskriptif menggunakan parameter sensori, seperti tekstur, aroma, warna, dan tingkat penyerapan. Data hasil pengujian akan digunakan untuk menentukan umur simpan dengan metode ASLT pendekatan Arrhenius menggunakan *software microsoft excel 2019*.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Serbuk Daun Waru

Pembuatan serbuk daun waru dilakukan berdasarkan metode Wibisono (2021), dengan beberapa tahapan, seperti tahap pertama, sortasi dan pencucian daun waru menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang ada pada daun waru. Tahap kedua, pemotongan daun waru yang sudah bersih menjadi ukuran kecil. Tahap ketiga, pengeringan daun waru menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Tahap keempat, pengecilan ukuran daun waru kering menggunakan blender lalu grinder sehingga didapati serbuk daun waru. Proses pembuatan serbuk daun waru dapat dilihat pada gambar 6.

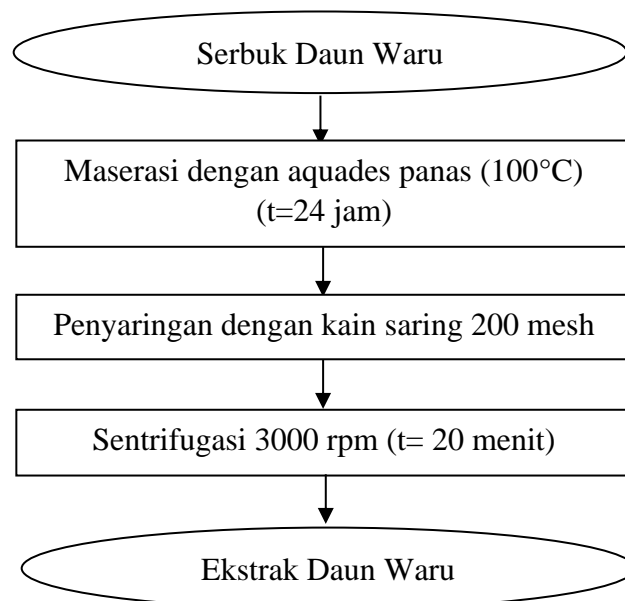


Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan Serbuk Daun Waru.
Sumber: Wibisono (2021) yang dimodifikasi

3.4.2 Pembuatan Ekstrak

3.4.2.1 Pembuatan Ekstrak Daun Waru

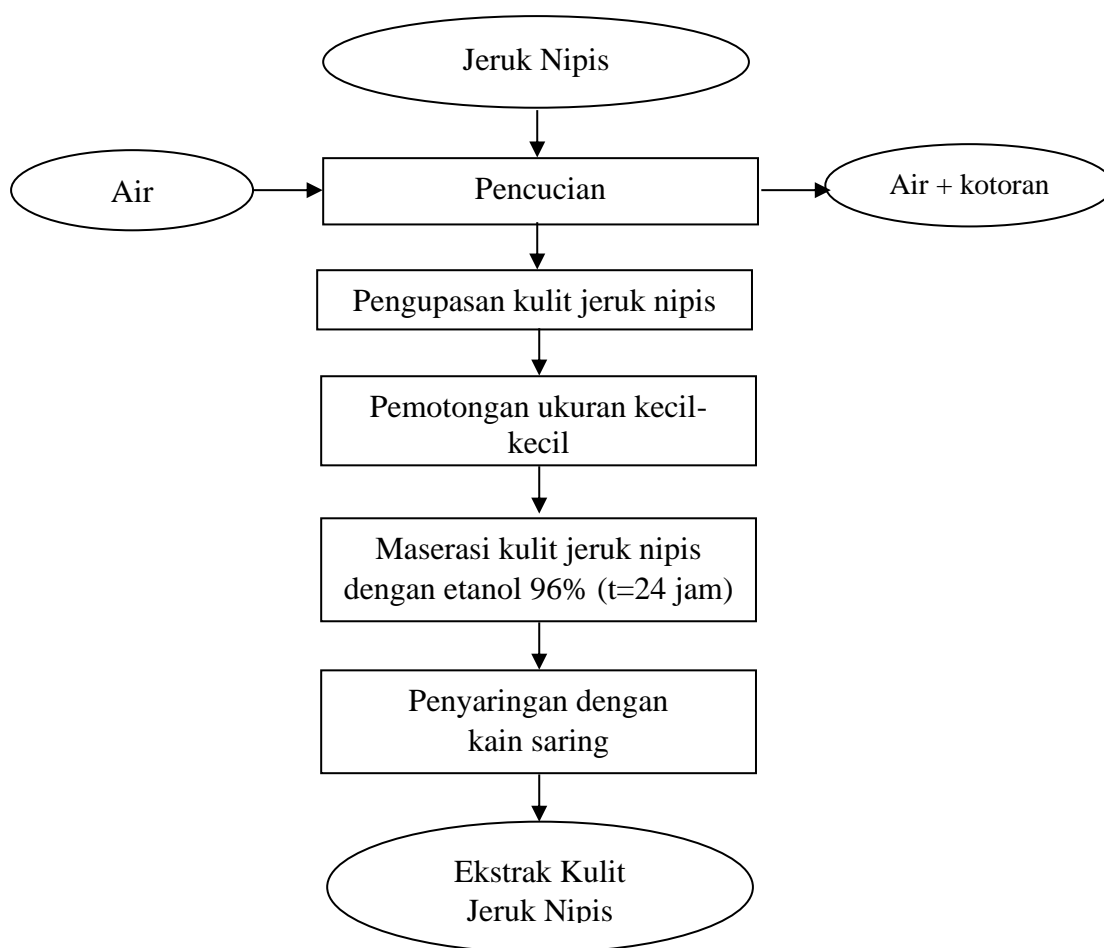
Pembuatan ekstrak daun waru dilakukan berdasarkan metode Wibisono (2021), dengan beberapa tahapan yang dimodifikasi. Tahap pertama, pembuatan ekstrak daun waru dilakukan dengan merendam serbuk daun waru menggunakan aquades panas (100°C) selama 24 jam. Tahap kedua, penyaringan ekstrak daun waru menggunakan kain saring 200 mesh untuk memisahkan serbuk daun waru dengan ekstrak. Tahap ketiga, proses sentrifugasi ekstrak dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Terakhir, ekstrak daun waru siap digunakan. Adapun proses pembuatan ekstrak daun waru dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Daun Waru.
Sumber: Wibisono (2021) yang dimodifikasi

3.4.2.2 Pembuatan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis

Pembuatan ekstrak kulit jeruk nipis dilakukan berdasarkan metode Wibisono (2021). Tahap pertama, pencucian jeruk nipis menggunakan air bersih. Tahap kedua, pengupasan kulit jeruk nipis dari buahnya. Tahap ketiga, pemotongan kulit jeruk nipis menjadi ukuran kecil. Tahap keempat, perendaman kulit jeruk nipis dengan etanol 96% selama 24 jam. Tahap kelima, penyaringan dengan kain saring untuk memisahkan kulit jeruk nipis dengan ekstrak. Terakhir, ekstrak kulit jeruk nipis siap digunakan. Proses pembuatan ekstrak kulit jeruk nipis dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis.
Sumber: Wibisono (2021)

3.4.3 Pembuatan Gel *Hand Sanitizer* Ekstrak Daun Waru

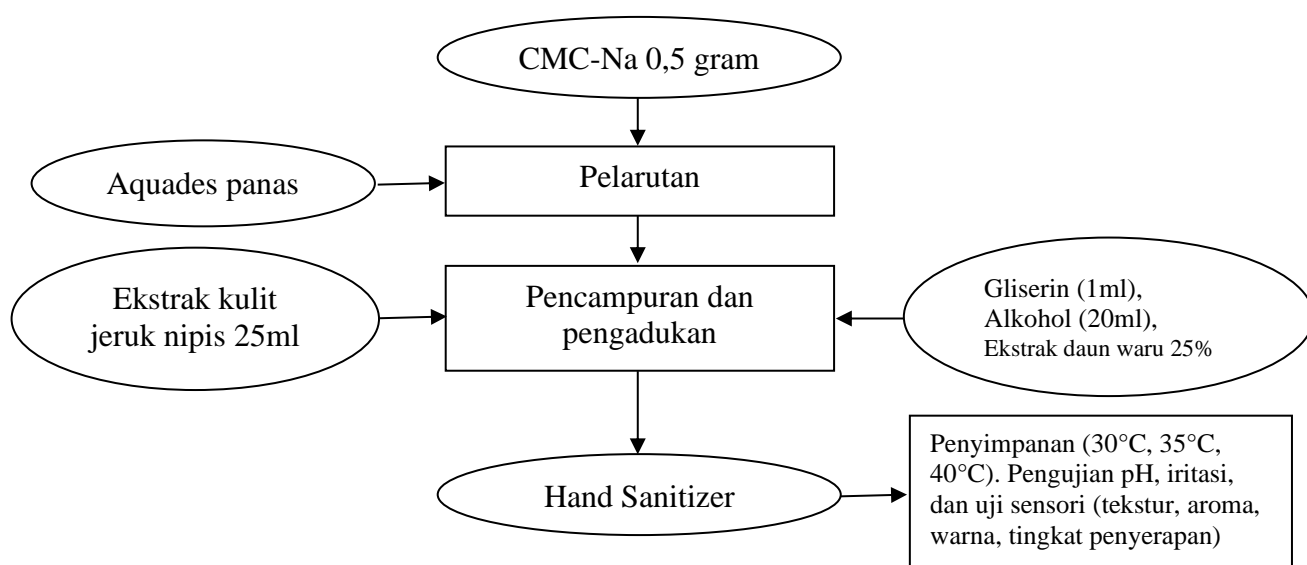
Pembuatan gel *hand sanitizer* ekstrak daun waru akan dilakukan dengan penambahan konsentrasi ekstrak waru terbaik menurut Wibisono (2021), yaitu ekstrak daun waru 25%. Adapun, formulasi pembuatan *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru yang dimodifikasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Formulasi pembuatan *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru

Bahan	Konsentrasi
Ekstrak Daun Waru 25% (mL)	10
Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (mL)	25
CMC-Na (g)	0,5
Gliserin (mL)	1
Alkohol 70% (mL)	20
Aquades (mL)	43,5

Sumber: Wibisono (2021) yang dimodifikasi.

Pembuatan gel *hand sanitizer* ini memiliki enam bahan yang diformulasikan, yaitu ekstrak daun waru, ekstrak kulit jeruk nipis, CMC-Na, gliserin, alkohol 70%, dan aquades. Tahap pertama, pelarutan CMC-Na sebanyak 0,5 gram dengan menambahkan aquades panas sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga merata dan membentuk konsistensi gel yang sempurna. Tahap kedua, penambahan gliserin sebanyak 1 ml, etanol 70%, ekstrak daun waru 25%, dan ekstrak kulit jeruk nipis 25 ml. Terakhir, dilakukan homogenisasi akhir dengan mengaduk semua campuran bahan yang telah ditambahkan secara keseluruhan. Selanjutnya, *hand sanitizer* siap untuk dilakukan penyimpanan pada 3 suhu yang berbeda (30°C, 35°C, dan 40°C) dan akan dilakukan pengujian pH, pengujian sensori (tekstur, aroma, warna, tingkat penyerapan), dan uji iritasi pada 7 titik penyimpanan (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 hari). Adapun proses pembuatan *hand sanitizer* dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Proses Pembuatan *Hand Sanitizer* ekstrak daun waru.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Uji Sensori

Pengujian sensori dilakukan dengan uji skoring dalam bentuk kuisioner terhadap *hand sanitizer* gel daun waru. Analisis sensori dilakukan dengan melihat tingkat penerimaan panelis terhadap beberapa atribut mutu. Kriteria sediaan antiseptik yang paling penting adalah estetika dan kesukaan konsumen sehingga daya membersihkan tidak terlalu berpengaruh karena dapat berbeda-beda pada masing-masing konsumen (Mochtar dkk., 2021). Penentuan atribut mutu *hand sanitizer* dilakukan berdasarkan informasi Aznury dkk (2020), dimana pemeriksaan mutu sediaan antiseptik yang baik secara organoleptis apabila memiliki warna yang menarik, aroma yang menyenangkan, konsistensi dan penyerapan yang bagus agar nyaman dalam penggunaan gel. Oleh karena itu, atribut mutu yang akan diamati pada uji sensori *hand sanitizer* gel daun waru adalah warna, aroma, tekstur, dan tingkat penyerapan *hand sanitizer*.

Selanjutnya, penentuan panelis dilakukan menurut Haryati dkk (2015), dimana jumlah panelis minimal yang dibutuhkan dalam uji penerimaan bila panelisnya bukan panelis terlatih adalah 20 orang dan panelis tersebut adalah orang yang sama untuk tiap kali pengujian. Dengan demikian, penilaian sensori *hand sanitizer* gel daun waru akan dilakukan dengan 20 panelis yang akan memberikan skor sesuai dengan penerimaan dan kesan masing-masing. Panelis akan mengevaluasi sampel satu persatu baik sampel pada suhu penyimpanan 30°C, 35°C, dan 40°C. Adapun kriteria uji skoring pada produk *hand sanitizer* disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Kuisioner uji skoring hand sanitizer gel ekstrak daun waru

Nama Panelis: _____ Tanggal: _____

Sampel : *Hand Sanitizer Gel Ekstrak Daun Waru*

UJI SKORING

Dihadapan saudara/i disajikan enam (6) sampel *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru dalam ekstrak kulit jeruk nipis yang telah diberi kode acak. Saudara/i diminta untuk menilai tekstur, aroma, warna, dan tingkat penyerapan dengan memberikan skor penilaian uji skoring dan berilah **tanda ceklis** (√) pada nilai yang dipilih sesuai kode contoh yang diuji.

Spesifikasi	Nilai	Kode Sampel					
		121	212	123	213	124	214
1. Tekstur							
- Gel kental	5						
- Gel sedikit kental	4						
- Gel kurang kental	3						
- Gel mencair	2						
- Gel sangat cair	1						
2. Aroma							
- Sangat khas bahan sekali	5						
- Sangat khas bahan	4						
- Khas bahan	3						
- Sedikit khas bahan	2						
- Sangat tidak khas bahan	1						
3. Warna							
- Sangat tidak keruh	5						
- Tidak Keruh	4						
- Sedikit keruh	3						
- Keruh	2						
- Sangat keruh	1						
4. Tingkat Penyerapan							
- Sangat cepat menyerap	5						
- Cepat menyerap	4						
- Sedikit cepat menyerap	3						
- Kurang menyerap	2						
- Tidak menyerap	1						

3.5.2 Uji pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui stabilitas dan sensitifitas *hand sanitizer* terhadap kulit. Berdasarkan SNI 06-2588-1992, persyaratan nilai pH detergen sintetik cair pembersih tangan memiliki rentang pH sekitar 4,5-8,0 (BSN, 1992). pH hand sanitizer perlu diperhatikan agar dapat diketahui sesuai atau tidak dengan pH kulit. Apabila tidak sesuai dengan pH kulit maka akan mengakibatkan iritasi kulit bila terlalu asam dan dapat mengakibatkan kulit berisik bila terlalu basa (Rohmani dkk., 2019).

3.5.3 Uji Iritasi Kulit

Pengujian iritasi merupakan salah satu syarat sebelum suatu sediaan dipasarkan kepada konsumen sebagai langkah untuk menguji keamanannya. Iritasi menjadi sebuah fenomena inflamasi yang terjadi pada kulit akibat adanya senyawa asing sehingga dapat menimbulkan gejala, seperti kulit panas disertai kemerahan, kulit gatal-gatal, dan kulit membengkak. Dengan begitu, pengujian iritasi dilakukan untuk mengetahui efek iritasi dari sediaan gel setelah digunakan pada kulit sehingga dapat diketahui tingkat keamanan sediaan dan mencegah timbulnya efek samping pada kulit saat sempat ditangan konsumen (Ermawati, 2018). Adapun kriteria khusus dalam melakukan uji iritasi kulit, seperti sehat, berusia 20-25 tahun, tidak terdapat luka pada telapak tangan, tidak menggunakan kosmetik pada telapak tangan, dan tidak menggunakan antibiotik topical (krim, salep, dan lainnya). Penentuan panelis berusia 20-25 dilakukan menurut Laras dkk (2014), dimana kelompok usia ini merupakan usia pelajar/mahasiswa yang banyak menggunakan antiseptik tangan. Berikut kuisioner uji iritasi kulit pada *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Kuisisioner uji iritasi hand sanitizer gel ekstrak daun waru

Nama Panelis:

Tanggal:

Sampel : *Hand Sanitizer Gel Ekstrak Daun Waru***KUISISIONER UJI IRITASI**

Dihadapan saudara/i disajikan enam (6) sampel *hand sanitizer* gel ekstrak daun waru dalam ekstrak kulit jeruk nipis yang telah diberi kode acak. Saudara/i diminta untuk menilai dengan memberikan **tanda ceklis** (√) pada reaksi yang anda rasakan. Dengan catatan panelis sehat, berusia 20-25 tahun, tidak terdapat luka serta tidak menggunakan kosmetik di telapak tangan.

Instruksi: Oleskan 1 tetes gel pada telapak tangan kemudian diamkan selama 5 menit, diamati dan catat reaksi yang terjadi.

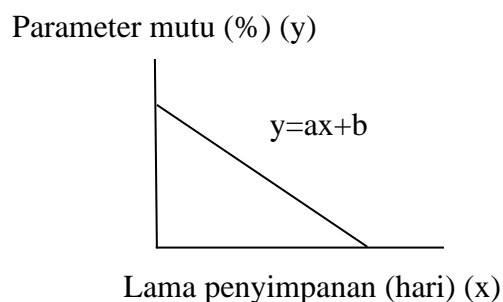
Kode Sampel Hari ke-...	Reaksi			
	Kulit Merah (+)	Gatal-gatal (++)	Bengkak (+++)	Tidak ada (-)
121				
212				
123				
213				
124				
214				

3.5.4 Penentuan Umur Simpan

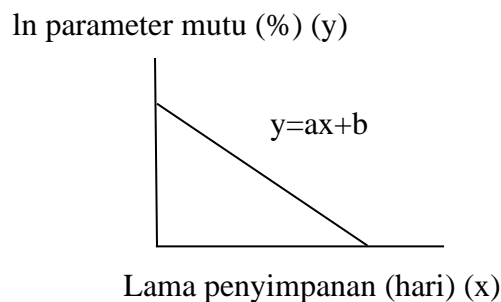
Penentuan umur simpan *hand sanitizer* dilakukan berdasarkan data hasil pengamatan berupa nilai rata-rata aroma, warna, tekstur, tingkat penyerapan, dan pH. Metode pendugaan umur simpan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius. Dengan pendekatan Arrhenius, perubahan mutu suatu produk sangat dipengaruhi oleh faktor suhu. Adapun perhitungan penentuan umur simpan *hand sanitizer* dilakukan dengan menggunakan *software microsoft excel 2019*. Menurut Asiah dkk (2018), berikut prosedur perhitungan umur simpan dengan metode ASLT pendekatan Arrhenius, yaitu:

1. Menentukan ordo perubahan kimia

Penentuan ordo dilihat berdasarkan hasil pengamatan dengan masing-masing parameter, seperti warna, aroma, tekstur, tingkat penyerapan, dan pH pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C. Proses penentuan ordo dilakukan dengan memplotkan data hasil parameter mutu sebagai sumbu y (ordinat) dan lama penyimpanan (hari) sebagai sumbu x (absis). Adapun bentuk regresi linear dan persamaan garis parameter mutu selama penyimpanan ordo nol serta ordo satu disajikan pada gambar 10 dan gambar 11.



Gambar 10. Grafik regresi linear parameter mutu *hand sanitizer* gel daun waru (ordo nol).

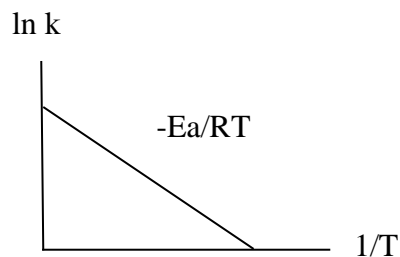


Gambar 11. Grafik regresi linear parameter mutu *hand sanitizer* gel daun waru (ordo satu).

Setelah setiap data diplotkan maka didapatkan persamaan regresi pada masing-masing suhu dengan bentuk $y = kx + b$, dimana sumbu y (ordinat) merupakan parameter mutu, sumbu x (absis) merupakan waktu lama penyimpanan (hari), nilai b merupakan nilai kualitas produk awal dan nilai k merupakan laju perubahan mutu % per hari (slope (k)). Selain itu, akan didapati pula nilai R^2 (koefisien korelasi), dimana jika nilai R^2 semakin besar dan mendekati 1 maka semakin memperjelas perubahan yang terjadi. Ketika nilai R^2 mendekati 1 pada persamaan linear ordo nol maka perhitungan penentuan umur simpan mengikuti rumus persamaan ordo nol. Namun, ketika nilai R^2 mendekati 1 pada persamaan linear ordo satu maka mengikuti rumus persamaan ordo satu (Iswari, 2021).

2. Menentukan konstanta persamaan Arrhenius

Nilai konstanta Arrhenius dilambangkan dengan huruf k, dimana nilai k didapat dari persamaan regresi linear atau sama dengan nilai b. Nilai k kemudian akan diubah ke bentuk nilai $\ln k$. Setelah didapati nilai $\ln k$ maka dilakukan perhitungan nilai $1/T$, dimana $1/T$ adalah satuan suhu dalam derajat kelvin. Selanjutnya, dilakukan pembuatan grafik, untuk nilai $\ln k$ diplotkan sebagai sumbu y (ordinat) dan $1/T$ diplotkan sebagai sumbu x (absis). Adapun grafik hubungan antara nilai $\ln k$ dengan $1/T$ dalam persamaan Arrhenius dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik hubungan antara nilai $1/T$ dengan $\ln k$ dalam persamaan Arrhenius.

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

$$k = k_0 \cdot \exp^{(Ea/R/T)}$$

Keterangan:

k : konstanta laju penurunan mutu

k_0 : konstanta (faktor frekuensi yang tidak tergantung suhu)

Ea : energi aktivasi (kal/mol)

T : suhu mutlak ($K = ^\circ C + 273$)

R : konstanta gas ideal (1,986 kal/mol K)

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

3. Penentuan parameter kunci dan perhitungan pendugaan umur simpan

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

- Perhitungan umur simpan pada persamaan ordo 0

$$t = (A_0 - A_t)/k$$

- Perhitungan umur simpan pada persamaan ordo 1

$$t = (\ln A_0 / \ln A_t) / k$$

Keterangan:

t : waktu penyimpanan (hari)

A_t : nilai mutu kritis (akhir)

A_0 : nilai mutu awal

k : laju penurunan mutu (% per hari)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) pendekatan Arrhenius, ditentukan dengan parameter warna dan reaksi ordo satu untuk menghitung umur simpan *hand sanitizer* gel daun waru. Penentuan ordo satu dilihat dari rata-rata nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9591 lebih besar dibandingkan R^2 ordo nol sebesar 0,9587. Penentuan parameter warna sebagai parameter kunci didasari dari nilai korelasi (R^2) yang terbesar dibanding parameter mutu lainnya. Parameter warna pada ordo satu memiliki rata-rata slope (k) sebesar -0,0178; rata-rata intercept (b) sebesar 14031; dan rata-rata koefisien korelasi sebesar 0,9812. Umur simpan *hand sanitizer* gel daun waru selama 108,48 hari (3,17 bulan) pada suhu 30°C. Suhu yang dipakai pada hasil penentuan umur simpan menyesuaikan dengan suhu ruang di Indonesia (30°C).

5.2 Saran

Pada penelitian ini disarankan, penilaian warna sebaiknya menggunakan alat color reader untuk meningkatkan kevalidan dan ketepatan hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyani, N. P., Agustin, W., Absor, M. U., Broto, R. T. W., Arifan, F., dan Yudanto, Y. A. 2020. Studi: Potensi Bioetanol Limbah Nasi Putih, Metode Efektif dalam Produksi Bioetanol, Potensi Aloe Vera sebagai Antiseptik dan Efektivitas *Hand Sanitizer*. *Jurnal Pentana*, 1(1), 6–14.
- Adindaputi, Z., Purwanti, N., dan Wahyudi, I. A. 2013. Pengaruh Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*) Konsentrasi 10% Terhadap Aktivitas Enzim Glukosiltransferase *Streptococcus mutans*. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 20(2), 126–131.
- Akbar, M. T. 2013. Penentuan Parameter Kritis Untuk Pendugaan Umur Simpan Susu UHT yang Diasamkan dengan Metode Arrhenius di PT Danone Dairy Indonesia. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 39 hlm.
- Alviani, N., dan Purwani, K. I. 2022. Uji Efektivitas Formulasi Bioinsektisida Ekstrak Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus*) terhadap Larva Spodoptera litura F. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 10(2), 1–6.
- Anliza, S., Hamtini, dan Rachmawati, N. 2022. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Namnam (*Cynometra cauliflora L*) Sebagai Antibakteri Pada Formulasi Sediaan Gel Hand Sanitizer. *LUMBUNG FARMASI; Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(2), 148–154.
- Ariyani, S. B., dan Supriyatna, N. 2013. Perbandingan Karbopol dan Karboksimetil Selulosa Sebagai Pengental Pada Pembuatan Bioetanol Gel. *Biopropal Industri*, 4(2), 59–64.
- Ashfia, F., Adriane, F., Sari, Puspita, D., dan Rusmini. 2019. Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Footspray Anti Bau Kaki yang Mengandung Ekstrak Kulit Jeruk Nipis dan Ampas Kopi. *Indonesia Chemistry and Application Journal*, 3(1), 28–33.
- Asiah, N., Cempaka, L., dan David, W. 2018. *Panduan Praktis: Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. In UB Press. Jakarta.

- Asngad, A., Bagas, A., dan Nopitasari. 2018. Kualitas Gel Pembersih Tangan (*Handsanitizer*) dari Ekstrak Batang Pisang dengan Penambahan Alkohol, Triklosan dan Gliserin yang Berbeda Dosisnya. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 4(2), 61–70.
- Aznury, M., Sofiah, dan Sari, R. P. 2020. Produk Gel Hand Sanitizer Berbahan Dasar Ekstrak Cair Daun Sirih Hijau (*Piper Betle Linn.*) Sebagai Antiseptik. *Jurnal Kinetika*, 11(01), 27–35.
- Bahri, S., Ginting, Z., Vanesa, S., dan ZA, N. 2021. Formulasi Sediaan Gel Minyak Atsiri Tanaman Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Sebagai Antiseptik Tangan (*Hand Sanitizer*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 87–89.
- Baizuroh, N., Yahdi, Y., dan Dewi, Y. K. 2020. Uji Kualitas Hand Sanitizer Ekstrak Daun Kunyit (*Curcuma Longa Linn.*). *al-Kimiya*, 7(2), 88–94.
- Bilang, M., Dirpan, A., dan Sakinah, N. 2018. Pengaruh Pemanasan Berulang (*Tyndalisasi*) Saus Spaghetti Ikan Tuna Terhadap Daya Terima dan Pendugaan Umur Simpan Dengan Metode Akselerasi Model Persamaan Arrhenius. *Canrea Journal*, 1(2), 98–106.
- BSN. 1992. *SNI 06-2588-1992*. Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyadi, W., dan Widianara, T. 2018. Penambahan Konsentrasi Bahan Penstabil dan Sukrosa Terhadap Karakteristik Sorbet Murbei Hitam. *Pasundan Food Technology Journal*, 4(3), 218.
- Diana, A. R., Hendrarini, L., dan Narto, N. 2013. Diseminasi Oleh Dokter Kecil tentang Penggunaan Hand Sanitizer Berbentuk Gel dan Spray untuk Menurunkan Angka Kuman Tangan Siswa SDN Demakijo I Di Gamping, Sleman, Yogyakarta. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(3), 129–135.
- Dwijayanti, Y. 2014. Uji Organoleptik dan Kadar Protein Dadih Susu Sapi dengan Penambahan Ekstrak Jeruk Nipis dan Lama Pemeraman. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 38 hlm.
- Elisma, Maakh, Y. F., Nyoman, N., dan Huwa, L. 2017. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus l.*) terhadap Kecepatan Pertumbuhan Rambut Kelinci Jantan. *PROSIDING SEMNAS I Kesehatan Lingkungan & Penyakit Tropis*, 412–419.
- Ermawati, N. 2018. Uji Iritasi Sediaan Gel Antijerawat Fraksi Larut Etil Asetat Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Anredera Cordiofolia (Ten.) Steenis*) Pada Kelinci. *Jurnal PENA*, 32(2), 33–37.

- Erwanda, B. A. 2019. Uji efektivitas antimikroba formulasi ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L.*) dan daun rambutan (*Naphelium lappaceum L.*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 98 hlm
- Febriani, A., Maruya, I., dan Sulistyaningsih, F. 2020. Formulasi dan Uji Iritasi Sediaan Gel Kombinasi Ekstrak Etanol Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga L.*) dan Ekstrak Etanol Herba Pegagan (*Centella asiatica (L.) Urban.*). *Sainstech Farma; Jurnal ilmu kefarmasian*, 13(1), 45–54.
- Firmansyah, F., dan Wismi, D. N. 2021. Formulasi dan Evaluasi Hand Sanitizer Spray Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*). *PREPOTIF : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(2), 1203–1208.
- Forestryana, D., Hidayah, S., Saputri, R., dan Ramadhan, H. 2022. Studi Formulasi , Stabilitas dan Efektivitas Gel Hand Sanitizer Ekstrak Etanol 80 % Akar Kayu Kuning (*Arcangelisia flava (L.) Merr.*). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20(2), 201–209.
- Frantauansyah, Nuryanti, S., dan Hamzah, B. 2013. Ekstrak bunga waru (*Hibiscus tiliaccus*) sebagai indikator asam-basa. *Jurnal Akademia Kimia*, 2(1), 11–16.
- Golin, A. P., Choi, D., dan Ghahary, A. 2020. Hand sanitizers: A Review Of Ingredients, Mechanisms Of Action, Modes Of Delivery, And Efficacy Against Coronaviruses. *AJIC: American Journal of Infection Control*, 48(9), 1062–1067.
- Handayani, W., dan Yunilawati, R. 2021. Karakterisasi Senyawa Volatil dan Uji Antibakteri dari Citrus bergamia dan Citrus sinensis. *Sainstech Farma*, 14(2), 91–96.
- Hanifah, R. 2016. Pendugaan Umur Simpan Dodol Tomat (*Lycopersicum Pyriforme*) Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Model Arrhenius (Skripsi). Universitas Pasundan. Bandung. 165 hlm.
- Hapsari, D. N., Hendrarini, L., dan Muryani, S. 2015. Manfaat Ekstrak Daun Sirih (*Piper Betle Linn*) Sebagai Hand Sanitizer Untuk Menurunkan Angka Kuman Tangan. *Sanitasi, Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(2), 79–84.
- Haque, A. F., Dewi, B., dan Hartati, L. 2022. Formulasi dan Evaluasi Fisik Sediaan Gel Hand Sanitizer Minyak Atsiri Jeruk Kalamansi (*Citrus macrocarpa Bunge*). *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 12
- Haryati, E., T., Heppy, F., dan Ahmadi, K. 2015. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius pada Produk Tape Ketan Hitam Khas Mojokerto Hasil Sterilisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 156–165.

- Herawati, H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(4), 124–130.
- Hidayah, A. N 2021. Skrining Fitokimia Daun Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) di Kawasan Brebes, Tegal, dan Pemalang. (Tugas Akhir). Politeknik Harapan Bersama. Tegal. 104 hlm.
- Ihsan, R. Z., Cakrawati, D., Handayani, M. N., & Handayani, S. 2017. Penentuan Umur Simpan Yoghurt Sinbiotik Dengan Penambahan Tepung Gembolo Modifikasi Fisik. *Edufortech*, 2(1), 1–6.
- Ijayanti, N., Listanti, R., dan Ediati, R. 2020. Pendugaan Umur Simpan Serbuk Wedang Uwuh Menggunakan Metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing) Dengan Pendekatan Arrhenius. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 1(1), 46–60.
- Indrayani, F., dan Suryanita. 2019. Uji Potensi Limbah Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia L*) Sebagai Antiacne. *Jurnal Kesehatan Luwu Raya*, 8(1), 107–111.
- Iswari, K. 2021. Pendugaan Umur Simpan Cabai Giling Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing dengan Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Hortikultura*, 31(1), 71–80.
- Jibril, N. M. 2018. Studi Aktivitas Enzim Polifenol Oksidase (PPO) Dari Buah Langsung (*Lansium parasiticum*). (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 42 hlm.
- Kusuma, Y., Pinatih, K. J. P., dan Hendrayana, M. A. 2019. Efek Sinergis Kombinasi Chlorhexidine dan Alkohol Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*. *E-Jurnal Medika*, 8(3), 1–5.
- Laras, A. A. I. ., Swastini, D. ., Wardana, M., dan Wijayanti, N. P. A. 2014. Uji Iritasi Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jurnal Farmasi Udayana*, 3(1), 76.
- Lestari, A. D. 2021. Pengaturan pH dan Penggunaan Gel Kitosan Sebagai Penjernih Nira dalam Pembuatan Gula Cair Batang Sorgum (*Sorghum bicolor L. Moench*) (Tesis). Universitas Pasundan. 109 hlm.
- Maulana, M. R., Ariningrum, N. D., Nurjanah, B. A. D., dan Harismah, K. 2020. Uji Stabilitas Fisik Hand Sanitizer Antiseptik Berbasis Daun Stevia Dan Kulit Nanas (*Ananas comosus (L.) Merr.*). *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek (SNPBS) ke-V 2020, ke-V 2020(5)*, 391–397.

- Mochtar, M. M. R., Nasyanka, A. L., dan Tiadeka, P. 2021. Perbandingan Carbomer dan CMC-Na Sebagai Gelling Agent Pada Formulasi Hand Sanitizer Aloe Vera. *Jurnal Sintesis: Penelitian Sains dan Terapan Analisisnya*, 2(2), 88–96.
- Moulia, M. N., Syarief, R., Iriani, E. S., Kusumaningrum, H. D., dan Suyatma, N. E. 2018. Antimikroba Ekstrak Bawang Putih. *Jurnal Pangan*, 27(1), 55–66.
- Mursyid, A. M. 2017. Evaluasi Stabilitas Fisik dan Profil Difusi Sediaan Gel (Minyak Zaitun). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(1), 205–211.
- Ningsih, D. R., Purwati, P., Zufahair, Z., dan Nurdin, A. 2019. Hand Sanitizer Ekstrak Metanol Daun Mangga Arumanis (*Mangifera indica L.*). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(1), 10–23.
- Ninsix, R., Azima, F., Novelina, dan Nazir, N. 2018. Metode Penetapan Titik Keritis, Daya Simpan dan Kemasan Produk Instan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 7(1), 46–52.
- Novriyanti, R., Putri, N. E. K., dan Rijai, L. 2022. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Menggunakan Metode DPPH. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 165–170.
- Nurrokhmah, M. 2018. Penurunan Kadar Lemak Pada Babat Sapi Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*) dengan Variasi Konsentrasi Etanol dan Waktu Perendaman. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang. 41 hlm.
- Nursito, J., Hustiany, R., dan Wibowo, A. D. 2021. Sistem Kemasan Aktif dari Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Berbentuk Sachet Pada Keripik Singkong. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 13(02), 50–57.
- Paramita, H. E., Ambari, Y., dan Ningsih, A. W. 2021. Formulasi dan Uji Stabilitas Sediaan Gel Hand Sanitizer Ekstrak Etanol Buah Mentimun (*Cucumis sativus L.*). *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika*, 3(2), 110–125.
- Pascawinata, A., Andriansyah, A., dan Bismanevi, R. 2021. Pengaruh Kecepatan dan Lama Waktu Sentrifugasi Darah Terhadap Jumlah Trombosit Pada Proses Pembuatan platelet Rich Fibrin. *B-Dent: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*, 8(3), 285–292.
- Prastiwi, S. S., dan Ferdiansyah, F. 2017. Kandungan dan Aktivitas Farmakologi Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia s.*). *Jurnal Farmaka*, 15(2), 1–8.
- Purnomo, A., Ilza, M., dan Sukmiwati, M. 2015. The Effect of Double Packaging on the Quality of Fish Biscuits. *JOM: Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 2(2), 1–17.

- Rahayu, L. O., Putri, O. K., dan Manggarani, R. D. 2022. Kadar Flavonoid dan Fenolik Ekstrak Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus*) Serta Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia dan Terapannya*, 6(1), 17–23.
- Rahmaningtyas, E., Yusa, N. M., dan Puspawati², N. N. 2016. Pengaruh Penambahan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) Terhadap Karakteristik Sirup Salak Bali (*Salacca zalacca* var. *Amboinensis*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(2), 20–29.
- Rasyadi, Y., Zaunit, M. M., dan Safitri, R. 2021. Formulasi dan Karakterisasi Spray Gel Hand Sanitizer Ekstrak Etil Asetat Daun Kunyit (*Curcuma domestica* Val). *Farmasi Higea*, 13(2), 99–107.
- Ratri, R. R. 2017. Sintesis Asam 5-asetil-2-hidroksibenzoat dari Metil Salisilat dalam Minyak Gandapura dengan Variasi Mol Anhidrida Asetat serta Uji Aktivitas Antioksidan. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang. 74 hlm.
- Ritonga, A. M., Masrukhi, dan Siswanto. 2020. Pendugaan Umur Simpan gula Kelapa Kristal Menggunakan metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(1), 11–18.
- Rohmani, S., dan Kuncoro, M. A. A. 2019. Uji Stabilitas dan Aktivitas Gel Handsanitizer Ekstrak Daun Kemangi. *JPSCR : Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 4(1), 16–28.
- Sani, L. M. M., Subaidah, W. A., dan Andayani, Y. 2021. Formulasi dan evaluasi karakter fisik sediaan gel ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*). *Sasambo Journal of Pharmacy*, 2(1), 16–22.
- Sari, A. N., dan Asri, M. T. 2022. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Shigella dysenteriae*. *LenteraBio*, 11(3), 441–448.
- Sartika, D., Nurdin, S., Yuliana, N., Susilawati., dan Wahyudi. 2022. Identification of Food Natural Antimicrobe Compound from Waru Leaves (*Hibiscus tiliaceus* L.) Extract by GC-MC. *FiAC 2020 - 6th Food Ingredient Asia Conference*, 69–74.
- Sartika, D., Susilawati, Nurdin, S. U., Wahyudi, dan Iswandari, R. 2020. *Waru : Potensi, Daya Hambat Mikroba, dan Manfaat*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sayuti, N. A. 2015. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 74-82.
- Shu, M. 2013. Formulasi Sediaan Gel Hand Sanitizer dengan Bahan Aktif Triklosan 0,5% dan 1%. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(1), 1–14.

- Silalahi, M. 2020. Pemanfaatan Citrus aurantifolia (*Christm. et Panz.*) sebagai Bahan Pangan dan Obat serta Bioaktivitas. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(1), 80–88.
- Sinaga, S. Z., Dewita, dan Suparmi. 2016. Prediction The Shelf Life Of Instan Porridge Fortified With Cathfish (*Pangasius Hypophthalmus*) Protein Concentrate Using Different Packaging. *JOM: Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 3(2), 1–10.
- Suhesti, T. S., Rohman, M. M. H., dan Sunarto, S. 2021. Formulation of Gel Hand Sanitizer of Nagasari Leaf Extract (*Mesua ferrea L.*). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1), 31–38.
- Supriatna, I. G. R., Putra, G. P. G., dan Suhendra, L. 2018. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius Pada Destilat Cuka Fermentasi Hasil Samping Cairan Pulpa Kakao. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(2), 178–188.
- Surahmaida, Rachmawati, A., dan Handayani, E. 2020. Kandungan Senyawa Kimia Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus*) di Kawasan Lingkar Timur Sidoarjo Chemical Composition of Waru Leaf (*Hibiscus tiliaceus*) in Lingkar Timur Area , Sidoarjo. *Journal of Pharmacy and Science*, 5(2), 39–42.
- Syafira, Supardianningsih, dan Nugraha, M. 2018. Identification of Water Vapour Transmission Rate (WVTR) of Aluminum Foil Packaging Barrier using The Gravimetric Testing Method. *Jurnal Publipreneur: Politeknik Negeri Media Kreatif*, 6(1), 49–54.
- Triyani, M. A., Pengestuti, D., Khotijah, S. L., Fajarwati, D., Susilaningrum, dan Ujilestari, T. 2021. Aktivitas Antibakteri Hand Sanitizer Berbahan Ekstrak Daun Sirih dan Ekstrak Jeruk Nipis. *NECTAR: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(1), 16–23.
- Tuasalamony, M. M., Seumahu, C. A., dan Pesik, A. 2022. Uji Aktivitas Sediaan Spray Hand Sanitizer Kombinasi Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Daun Serai Sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, 4(2), 97–106.
- Wardani, R., Jekti, D. S. D., dan Sedijani, P. 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Isolat Klinis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 5(1), 10–17.
- Wibaldus, J., A., dan Ardiningsih, P. 2016. Biokativitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes sp.*). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(1), 44–51.

- Wibisono, H. 2021. Uji Daya Hambat *Staphylococcus aureus* dan Respon Sensori Hand Sanitizer dari Ekstrak Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus L*) dalam Larutan Asam Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*). (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 40 hlm.
- Wijayanti, M. 2017. Stabilitas Hand Sanitizer Berbahan Dasar Bonggol dan Pelepah Pisang Kepok. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 45 hlm.
- Wijayanto, B., dan Kurniawan, D. W. 2013. Formulasi dan Efektivitas Gel Antiseptik Tangan Minyak Atsiri Lengkuas (*Alpinia galanga (L.) Willd.*) *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 11(2), 102–107.
- Wiyono, A. E., Herlina, dan Setyawati, R. M. 2021. Desain Mutu Intrinsik dalam Pembuatan Sediaan Handsanitizer Herbal Berbasis Ekstrak Daun Tembakau Kasturi (*Nicotiana tabacum L.*). *Agroindustrial Technology Journal*, 05(01), 54–65.
- Yanis, I. F., Alamsjah, F., Agustien, A., dan Maideliza, T. 2020. Potensi antibakteri dari ekstrak segar daun kersen (*Muntingia calabura L.*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella dysentriae*. *Jurnal Biologi UNAND*, 8(1), 14–19.
- Zetiara, A. 2014. Aplikasi Gel Aloe vera dan Gliserin Sebagai Pelembab Pada Produk Pembersih Tangan (*Handsanitizer*). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 43 hlm.
- Zulfa, E., Indah, F., dan Murukmihadi, M. 2015. Optimasi CMC-Na dan Karbomer Sebagai Pengikat Pada Formula Pasta Gigi Triklosan Secara Sld. *Prosiding Seminar Nasional Peluang Herbal Sebagai Alternatif Medicine*, 156–162.