PENDUGAAN UMUR SIMPAN VEGETABLE LEATHER DARI KOMBINASI DAUN BELUNTAS (*Pluchea indica L.*) DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DENGAN BERBAGAI JENIS KEMASAN MENGGUNAKAN METODE ASLT (ACCELERATED SHELF LIFE TESTING) MODEL ARRHENIUS

(Tesis)

Oleh

CHINTIA AGREFINA BRILIAN
2124051010

MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023

ABSTRACT

ESTIMATION OF VEGETABLE LEATHER SHELF LIFE FROM A COMBINATION OF BELUNTAS LEAVES (*Pluchea indica L.*) AND SEAWEED (*Eucheuma cottonii*) WITH VARIOUS TYPES OF PACKAGING USING THE ASLT (ACCELERATED SHELF LIFE TESTING) METHOD OF THE ARRHENIUS MODEL

By

CHINTIA AGREFINA BRILIAN

Beluntas leaves vegetable leather is a new processed product, so its shelf life is currently unknown. This research utilised the ASLT (Accelerated Shelf Life Test) Arrhenius model to assess the shelf life of Vegetable leather beluntas leaves in three different forms of packaging, including aluminum foil, combination (aluminum foil-polyethylene), and polypropylene. The research includes two replications and a descriptive design. Three different types of packing were used to store beluntas leaf vegetable leather for a month at oven temperatures of 30°C, 35°C, and 40°C (28 days). Every week, on days 0, 7, 14, 21, and 28, observations were made about the moisture content, protein content, vitamin C, color (color reader) and sensory factors (texture, color, and aroma). The shelf life of vegetable leather leaves was calculated using the parameter data using the Arrhenius model ASLT method with Microsoft Excel 2010. The results showed that the shelf life of vegetable leather from beluntas leaves and seaweed *Eucheuma cottonii* determined based on order 1 color parameters at 30^0C. Vegetable leather packaged in aluminum foil had a shelf life of 179.53 days (5 months, 27 days), while in combination packaging (aluminum foil-polyethylene), they had a shelf life of 44.20 days (1 month, 13 days). In polypropylene packaging, the product had a shelf life of 35.94 days (1 month and four days).

Keywords: arrhenius, vegetable leather, beluntas leaves, seaweed, shelf life

ABSTRAK

PENDUGAAN UMUR SIMPAN VEGETABLE LEATHER DARI KOMBINASI DAUN BELUNTAS (*Pluchea indica L.*) DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DENGAN BERBAGAI JENIS KEMASAN MENGGUNAKAN METODE ASLT (ACCELERATED SHELF LIFE TESTING) MODEL ARRHENIUS

Oleh

CHINTIA AGREFINA BRILIAN

Vegetable leather daun beluntas merupakan produk olahan baru, sehingga belum diketahui umur simpannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan vegetable leather daun beluntas dalam tiga jenis kemasan berbeda yaitu aluminium foil, kombinasi (aluminium foil-polietilen) dan polipropilen dengan metode ASLT (Accelerated Shelf Life Test) model Arrhenius. Penelitian disusun secara deskriptif dengan dua kali ulangan. Vegetable leather daun beluntas disimpan pada kondisi suhu penyimpanan (oven) yaitu 30°C, 35°C, dan 40°C dalam tiga jenis kemasan berbeda selama satu bulan (28 hari). Pengamatan dilakukan terhadap kadar air, kadar protein, kadar vitamin C, warna (color reader) dan sensori (tesktur, warna dan aroma) setiap satu minggu sekali yaitu pada hari ke 0, 7, 14, 21, dan 28. Data hasil parameter tersebut digunakan untuk menentukan umur simpan vegetable leather daun beluntas menggunakan metode ASLT model Arrhenius dengan software Microsoft Excel 2010. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur simpan vegetable leather daun beluntas dan rumput laut *Eucheuma cottonii* ditetapkan berdasarkan parameter warna ordo 1 pada suhu 30^{0}C. Umur simpan dalam kemasan aluminium foil selama 179,53 hari (5 bulan, 27 hari), kemasan kombinasi (aluminium foil-polietilen) selama 44,20 hari (1 bulan, 13 hari) dan kemasan polipropilen (PP) 35,94 hari (1 bulan, 4 hari).

Kata kunci : arrhenius, vegetable leather, daun beluntas, rumput laut, umur simpan

PENDUGAAN UMUR SIMPAN VEGETABLE LEATHER DARI KOMBINASI DAUN BELUNTAS (*Pluchea indica L.*) DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DENGAN BERBAGAI JENIS KEMASAN MENGGUNAKAN METODE ASLT (ACCELERATED SHELF LIFE TESTING) MODEL ARRHENIUS

Oleh

CHINTIA AGREFINA BRILIAN

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Program Pascasarjana Magister Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

Judul Tesis : **PENDUGAAN UMUR SIMPAN VEGETABLE LEATHER DARI KOMBINASI DAUN BELUNTAS (*Pluchea indica L.*) DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DENGAN BERBAGAI JENIS KEMASAN MENGGUNAKAN METODE ASLT (ACCELERATED SHELF LIFE TESTING) MODEL ARRHENIUS**

Nama Mahasiswa : Chintia Agrefina Brilian

Nomor Pokok Mahasiswa : 2124051010

Program Studi : Magister Teknologi Industri Pertanian

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.	**Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**
NIP 19670824 199303 2 002	NIP 19701220 200812 2 001

2. Ketua Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian

Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.
NIP 19710930 199512 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.** .....

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

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Suharyono AS., M.S.** .....

Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P. .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

3. Direktur Program Pasca Sarjana

Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP. 19710415 199803 1 005

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Februari 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Chintia Agrefina Brilian

NPM : 2124051010

dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandarlampung, Februari 2023
Pembuat Pernyataan

Chintia Agrefina Brilian
NPM. 2124051010

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Surakarta, Kecamatan Abung Timur, Kabupaten Lampung Utara pada tanggal 01 Juli 1997 sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ismi Ripa'i dan Ibu Faridawati. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 01 Tatakarya yang selesai pada tahun 2010. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan menengah di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 4 Kotabumi dan lulus pada tahun 2013, kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama (SMA) Negeri 3 Kotabumi dan lulus tahun 2016. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2020. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan S2 di Program Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui program Beasiswa Research and Teaching Assistant dari Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa S2, penulis dipercaya menjadi Asisten Dosen mata kuliah Teknologi Hortikultura pada tahun 2022.

SANWACANA

Bismillaahirrahmaanirrahiim. Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya tesis ini dapat diselesaikan. Tesis dengan judul "Pendugaan Umur Simpan Vegetable Leather dari Kombinasi Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) dan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Berbagai Jenis Kemasan Menggunakan Metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing) Model Arrhenius" adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknologi Industri Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung yang memberi Beasiswa Research and Teaching Assistant Program Pascasarjana;
4. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P. selaku Ketua Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi, bantuan, saran, dan nasihat;
5. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si. selaku pembimbing pertama tesis sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, saran, nasihat, bantuan dan fasilitas dalam penyusunan tesis;
6. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, bantuan, saran, dan nasihat hingga penyusunan tesis ini selesai;

7. Bapak Dr. Ir. Suharyono AS., M.S. selaku pembahas atas bantuan, saran, dan evaluasinya terhadap karya tesis penulis;
8. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P. selaku pembahas atas bantuan, saran, dan evaluasinya terhadap karya tesis penulis;
9. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu, wawasan dan bantuan kepada penulis selama kuliah;
10. Staf administrasi dan laboratorium yang telah memberikan bantuan, fasilitas dan dukungan selama kuliah;
11. Keluargaku tercinta, papah, mamak, nenek, kakak-kakakku dan adikku Hari Rian Wirawan yang telah memberikan dukungan, motivasi, materi dan doa yang selalu menyertai penulis selama ini;
12. Sahabat-sahabat terbaikku Nurbaiti, Silaturahmi Widaputri, M. Yusuf Army Laja, Adi Liyani Saputra, Aulia Zafira, Septiyani, Sri Indriyani, Alm. Annisaa Husmadiska, Bella Mahesa dan teman-teman MTIP angkatan 2021 atas pengalaman yang diberikan, bantuan, semangat, dukungan, serta kebersamaannya selama ini;
13. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sangat menyadari tesis ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis serta pembaca.

Bandar Lampung, Februari 2023
Penulis

Chintia Agrefina Brilian

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xviii

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah 1
1.2. Tujuan Penelitian 5

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Vegetable leather 6
2.2. Tanaman Beluntas (*Pluchea indica* L.) 8
2.2.1. Morfologi tanaman beluntas 8
2.2.2. Kandungan kimia dan manfaat beluntas 10
2.3. Rumput Laut *Eucheuma cottonii* 13
2.3.1. Morfologi rumput laut *Eucheuma cottonii* 13
2.3.2. Kandungan kimia dan manfaat rumput laut *E. cottonii* 15
2.4. Jenis Kemasan 17
2.4.1. Kemasan plastik polipropilen (PP) 17
2.4.2. Kemasan aluminium foil 18
2.4.3. Kemasan kombinasi (polietilen-aluminium Foil) 21
2.5. Pendugaan Umur Simpan 23
2.6. Ordo Reaksi 25

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian 28
3.2. Bahan dan Alat Penelitian 28
3.3. Metode Penelitian 29
3.4. Pelaksanaan Penelitian 29
3.4.1. Pembuatan vegetable leather daun beluntas 29
3.4.2. Penyimpanan dan pengamatan vegetable leather daun beluntas dalam tiga kemasan 30

3.4.3. Analisis dan pendugaan umur simpan vegetable leather daun beluntas 32
3.4.3.1. Kadar air vegetable leather daun beluntas 32
3.4.3.2. Kadar protein vegetable leather daun beluntas 32
3.4.3.3. Kadar vitamin C vegetable leather daun beluntas 33
3.4.3.4. Analisa warna vegetable leather daun beluntas 34
3.4.3.5. Uji sensori vegetable leather daun beluntas 35
3.5. Pendugaan Umur Simpan Vegetable Leather Daun Beluntas 37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Karakteristik Daun Beluntas 41
4.2. Visualisasi Vegetable Leather Selama Penyimpanan 42
4.3. Perubahan Vegetable Leather Selama Penyimpanan 43
4.3.1. Kadar air 44
4.3.2. Kadar protein 49
4.3.3. Kadar vitamin C 52
4.3.4. Warna (L*, a*, b* dan BI) 57
4.3.4.1. Nilai L* (lightness), a* (redness) dan b* (yellowness) 57
4.3.4.2. Browning index (BI) 64
4.3.5. Uji Sensori 66
4.3.5.1. Tekstur 66
4.3.5.2. Warna 71
4.3.5.3. Aroma 75
4.4. Pendugaan Umur Simpan Vegetable leather 79
4.4.1. Contoh perhitungan umur simpan vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada parameter kadar air 87

V. KESIMPULAN
5.1. Kesimpulan 91
5.2. Saran 91

DAFTAR PUSTAKA 92

LAMPIRAN 100

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Komposisi kimia rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* 16
2. Karakteristik alumunium foil pada ketebalan yang berbeda 20
3. Karakteristik beberapa jenis kemasan 22
4. Kuisioner uji skoring vegetable leather 36
5. Kuisioner uji hedonik vegetable leather 37
6. Kandungan kimia daun beluntas 41
7. Plot hubungan parameter mutu dengan suhu penyimpanan pada kemasan aluminium foil 80
8. Plot hubungan parameter mutu dengan suhu penyimpanan pada kemasan kombinasi (alufo-PE) 81
9. Plot hubungan parameter mutu dengan suhu penyimpanan pada kemasan Polipropilen 82
10. Umur simpan vegetable leather daun beluntas berdasarkan ordo 1 pada parameter penurunan mutu pada berbagai suhu penyimpanan (30^oC, 35^oC, dan 40^oC) 86
11. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar air kemasan aluminium foil 88
12. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar air kemasan kombinasi 102
13. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar air kemasan polipropilen 105
14. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar protein kemasan aluminium foil 107
15. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar protein kemasan kombinasi 110
16. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar protein kemasan polipropilen 113

17. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar vitamin C kemasan aluminium foil 116
18. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar vitamin C kemasan kombinasi 119
19. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar vitamin C kemasan polipropilen 122
20. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor tekstur kemasan aluminium foil 125
21. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor tekstur kemasan kombinasi 127
22. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor tekstur kemasan polipropilen 130
23. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor \warna kemasan aluminium foil 133
24. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor warna kemasan kombinasi 136
25. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor warna kemasan polipropilen 139
26. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor aroma kemasan aluminium foil 141
27. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor aroma kemasan kombinasi 144
28. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter skor aroma kemasan polipropilen 147
29. Perubahan nilai kadar air vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 149
30. Perubahan nilai ln kadar air vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 149
31. Perubahan nilai kadar air vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 149
32. Perubahan nilai ln kadar air vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 150
33. Perubahan nilai kadar air vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 150

34. Perubahan nilai ln kadar air vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 150

35. Perubahan nilai kadar protein vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 150

36. Perubahan nilai ln kadar protein vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 151

37. Perubahan nilai kadar protein vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 151

38. Perubahan nilai ln kadar protein vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 151

39. Perubahan nilai kadar protein vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 151

40. Perubahan nilai ln kadar protein vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 152

41. Perubahan nilai kadar vitamin C vegetable leather yang dikemas dalam kemasan alumnium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 152

42. Perubahan nilai ln kadar vitamin C vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 152

43. Perubahan nilai kadar vitamin C vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 152

44. Perubahan nilai ln kadar vitamin C vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 153

45. Perubahan nilai kadar vitamin C vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 153

46. Perubahan nilai ln kadar vitamin C vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 153

47. Perubahan nilai tekstur vegetable leather yang dikemas dalam kemasan alumnium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 153

48. Perubahan nilai ln tekstur vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 154
49. Perubahan nilai tekstur vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 154
50. Perubahan nilai ln tekstur vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 154
51. Perubahan nilai tekstur vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 154
52. Perubahan nilai ln tekstur vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 155
53. Perubahan nilai warna vegetable leather yang dikemas dalam kemasan alumnium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 155
54. Perubahan nilai ln warna vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 155
55. Perubahan nilai warna vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 155
56. Perubahan nilai ln warna vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 156
57. Perubahan nilai warna vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 156
58. Perubahan nilai ln warna vegetable leather yang dikemas dalam kemasan poliprpilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 156
59. Perubahan nilai aroma vegetable leather yang dikemas dalam kemasan alumnium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 156
60. Perubahan nilai ln aroma vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 157
61. Perubahan nilai aroma vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 157

62. Perubahan nilai ln aroma vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 157
63. Perubahan nilai aroma vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 157
64. Perubahan nilai ln aroma vegetable leather yang dikemas dalam kemasan poliprpilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 158
65. Perubahan nilai browning index vegetable leather yang dikemas dalam kemasan alumnium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 158
66. Perubahan nilai ln browning index vegetable leather yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 158
67. Perubahan nilai browning index vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 158
68. Perubahan nilai ln browning index vegetable leather yang dikemas dalam kemasan kombinasi dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 159
69. Perubahan nilai browning index vegetable leather yang dikemas dalam kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 159
70. Perubahan nilai ln browning index vegetable leather yang dikemas dalam kemasan poliprpilen dan disimpan pada suhu 30°C, 35°C, 40°C selama penyimpanan 28 hari 159

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Tanaman beluntas (*Pluchea indica* L.) 9
2. Rumput laut *Eucheuma cottonii* 14
3. Diagram alir pembuatan, penyimpanan dan pengamatan vegetable leather daun beluntas 31
4. Grafik regresi linear parameter mutu vegetable leather pada kemasan polipropilen / alumunium foil / kombinasi (PE-aluminium foil) (ordo nol) 38
5. Grafik regresi linear parameter mutu vegetable leather pada kemasan polipropilen / alumunium foil / kombinasi (PE-aluminium foil) (ordo satu) 38
6. Grafik hubungan antara nilai 1/T dengan ln k dalam persamaan Arrhenius..... 39
7. Diagram alir pendugaan umur simpan vegetable leather 40
8. Vegetable leather 30% daun beluntas dan 70% rumput laut E. cottonii..... 42
9. Vegetable leather dalam kemasan aluminium foil selama penyimpanan 42
10. Vegetable leather dalam kemasan kombinasi selama penyimpanan..... 43
11. Vegetable leather dalam kemasan polipropilen selama penyimpanan..... 43
12. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar air vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C..... 44
13. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar air vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C..... 44
14. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar air vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C..... 45

15. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar protein vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 49
16. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar protein vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 49
17. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar protein vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 50
18. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar vitamin C vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 53
19. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar vitamin C vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 53
20. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar vitamin C vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 53
21. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai L* vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 57
22. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai L* vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 57
23. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai L* vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 58
24. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai a* vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 59
25. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai a* vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu30^{o}C, 35°C, dan 40°C 59
26. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai a* vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 60

27. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai b* vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 61
28. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai b* vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 61
29. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai b* vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 62
30. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai browning index vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 64
31. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai browning index vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil-polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 65
32. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan nilai browning index vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 65
33. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan tekstur vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 67
34. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan tekstur vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 67
35. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan tekstur vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 68
36. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan warna vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 71
37. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan warna vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 71
38. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan warna vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 72
39. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan aroma vegetable leather dalam kemasan aluminium foil pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 76
40. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan aroma vegetable leather dalam kemasan kombinasi (aluminium foil- polietilen) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 76

41. Grafik hubungan antara lama penyimpanan dengan aroma vegetable leather dalam kemasan polipropilen pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C 76

42. Gambar regresi linear kadar air vegetable leather pada kemasan aluminium foil (ordo 1) 87

43. Grafik hubungan antara ln k kadar air dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan aluminium foil 88

44. Gambar regresi linear kadar air vegetable leather pada kemasan kombinasi (ordo 1) 101

45. Grafik hubungan antara ln k kadar air dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan kombinasi 102

46. Gambar regresi linear kadar air vegetable leather pada kemasan polipropilen (ordo 1) 104

47. Grafik hubungan antara ln k kadar air dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan polipropilen 105

48. Gambar regresi linear kadar protein vegetable leather pada kemasan aluminium foil (ordo 1) 107

49. Grafik hubungan antara ln k kadar protein dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan aluminium foil 108

50. Gambar regresi linear kadar protein vegetable leather pada kemasan kombinasi (ordo 1) 110

51. Grafik hubungan antara ln k kadar protein dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan kombinasi 111

52. Gambar regresi linear kadar protein vegetable leather pada kemasan polipropilen (ordo 1) 113

53. Grafik hubungan antara ln k kadar protein dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan polipropilen 114

54. Gambar regresi linear kadar vitamin C vegetable leather pada kemasan aluminium foil (ordo 1) 116

55. Grafik hubungan antara ln k kadar vitamin C dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan aluminium foil 117

56. Gambar regresi linear kadar vitamin C vegetable leather pada kemasan kombinasi (ordo 1) 118

57. Grafik hubungan antara ln k kadar vitamin C dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan kombinasi 120

58. Gambar regresi linear kadar vitamin C vegetable leather pada kemasan polipropilen (ordo 1) 121

59. Grafik hubungan antara ln k kadar vitamin C dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan polipropilen 122

60. Gambar regresi linear skor tekstur vegetable leather pada kemasan aluminium foil (ordo 1) 124
61. Grafik hubungan antara ln k skor tekstur dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan aluminium foil 125
62. Gambar regresi linear skor tekstur vegetable leather pada kemasan kombinasi (ordo 1) 127
63. Grafik hubungan antara ln k skor tekstur dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan kombinasi 128
64. Gambar regresi linear skor tekstur vegetable leather pada kemasan polipropilen (ordo 1) 130
65. Grafik hubungan antara ln k skor tekstur dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan polipropilen 131
66. Gambar regresi linear skor warna vegetable leather pada kemasan aluminium foil (ordo 1) 132
67. Grafik hubungan antara ln k skor warna dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan aluminium foil 134
68. Gambar regresi linear skor warna vegetable leather pada kemasan kombinasi (ordo 1) 135
69. Grafik hubungan antara ln k skor warna dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan kombinasi 136
70. Gambar regresi linear skor warna vegetable leather pada kemasan polipropilen (ordo 1) 138
71. Grafik hubungan antara ln k skor warna dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan polipropilen 139
72. Gambar regresi linear skor aroma vegetable leather pada kemasan aluminium foil (ordo 1) 141
73. Grafik hubungan antara ln k skor aroma dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan aluminium foil 142
74. Gambar regresi linear skor aroma vegetable leather pada kemasan kombinasi (ordo 1) 143
75. Grafik hubungan antara ln k skor aroma dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan kombinasi 145
76. Gambar regresi linear skor aroma vegetable leather pada kemasan polipropilen (ordo 1) 146
77. Grafik hubungan antara ln k skor aroma dengan 1/t vegetable leather dalam kemasan polipropilen 147
78. pemetikan daun beluntas dari batan 160
79. Perendaman rumput laut selama 1,5 jam 160

80. Penimbangan daun beluntas sebanyak 45 g 160
81. Penimbangan rumput laut sebanyak 150 g 160
82. Proses blanching daun beluntas dengan uap air selama 5 menit..... 161
83. Penghalusan bahan dengan blender, kecepatam 15.000 rpm..... 161
84. Pencetakan vegetable leather menggunakan saringan plastik..... 161
85. Pengeringan vegetable leather suhu ruang..... 161
86. Pelepasan vegetable leather dari cetakan 162
87. Persiapan pengovenan vegetable leather 162
88. Pengemasan vegetable leather dan penutupan kemasan dengan sealer 162
89. Penyimpanan vegetable leather dalam oven pada suhu 30^0C..... 162
90. Penyimpanan vegetable leather dalam oven pada suhu 35^0C..... 163
91. Penyimpanan vegetable leather dalam oven pada suhu 40^0C..... 163
92. Proses uji kadar air vegetable leather 163
93. Analisis kadar vitamin c vegetable leather 163
94. Analisis warna vegetable leather dengan color reader..... 164
95. Persiapan sample vegetable leather untuk uji sensori..... 164
96. Pemberian sampel vegetable leather kepada penelis 164
97. Proses pengujian sensori yang dilakukan oleh panelis 164

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Di Indonesia, sebagian besar keanekaragaman hayati diyakini oleh masyarakat dapat menyembuhkan penyakit dan disebut sebagai tanaman berkhasiat obat, salah satunya adalah tanaman beluntas. Tanaman beluntas (*Pluchea Indica Less*) merupakan tanaman herbal famili *Asteraceae*, memiliki rasa agak pahit dan bila diremas akan mengeluarkan bau langu. Beluntas secara klinis dikenal sebagai tanaman yang digunakan untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan, antara lain untuk mengatasi diare, bau badan, reumatik, peluruh demam, nyeri perut dan antiimflamasi. Hal ini disebabkan kandungan berbagai komponen bioaktif dalam beluntas (Donowarti dan Diah, 2020). Menurut Muta'ali dan Purwani (2015), kandungan kimia daun beluntas yaitu tannin sebesar 2,02 %, alkaloid sebesar 3,18%, flavonoid sebesar 1,09 %, saponin sebesar 3,06 % dan minyak atsiri sebesar 0,38 %. Rukmiasih (2011) menyatakan bahwa daun beluntas mengandung serat kasar sebesar 14,77- 15,80%

Proses pengolahan daun beluntas masih sangat terbatas, padahal daun beluntas memiliki kandungan gizi dan senyawa aktif yang bermanfaat. Daun beluntas dapat diolah menjadi produk olahan pangan berbasis sayuran yaitu vegetable leather. Vegetable leather merupakan produk berbasis sayuran yang dikeringkan, dimakan sebagai snack dengan bentuk strip atau lembaran yang fleksibel, dan teksturnya kenyal (Handayani, 2014). Vegetable leather dapat langsung dikonsumsi sebagai camilan atau penghias makanan (topping) (Rodiyanti dkk., 2017). Pada pembuatan vegetable leather, sayuran yang digunakan adalah

sayuran yang memiliki kandungan serat tinggi. Kandungan serat kasar daun beluntas cukup tinggi sebesar 14,77 – 15,80% (Rukmiasih, 2011). Pembuatan vegetable leather memerlukan bahan pengikat untuk membentuk tekstur yang fleksibel dan kenyal sehingga tidak mudah patah. Untuk menghasilkan vegetable leather dengan kriteria tersebut, maka ditambah bahan pengikat yang mengandung senyawa hidrokoloid sehingga dapat memperbaiki karakteristik vegetable leather. Salah satu bahan yang memiliki senyawa hidrokoloid tinggi adalah rumput laut *E. cottonii*. Senyawa hidrokoloid pada *Eucheuma cottonii* adalah karagenan dengan kadar sebesar 54-73% (Anggadiredja dkk., 2011). Selain itu, rumput laut *E. cottonii* mengandung kadar air sebesar 13,90 %, protein sebesar 2,69 %, lemak sebesar 0,37 %, serat kasar sebesar 0,95 %, vitamin C sebesar 12,0 mg/ 100 gr, dan kadar abu 17,09 %. Tingginya kandungan karagenan pada rumput laut *Eucheuma cottonii* berpotensi sebagai bahan pembentuk tekstur dalam pembuatan vegetable leather daun beluntas.

Vegetable leather daun beluntas merupakan produk olahan yang baru, sehingga perlu diketahui umur simpan produk tersebut. Vegetable leather yang digunakan dalam penelitian ini adalah vegetable leather daun beluntas yang diolah dari perbandingan daun beluntas sebesar 30 % dan rumput laut sebesar 70 %. Kombinasi daun beluntas dan rumput laut tersebut merupakan perbandingan terbaik hasil penelitian Brilian dkk. (2023) yang menghasilkan vegetable leather dengan kriteria tekstur kompak, tidak beraroma daun beluntas, warna hijau kehitaman, rasa dan penerimaan keseluruhan disukai panelis, uji fisik kuat tarik sebesar 9,43 MPa, persen pemanjangan sebesar 1,34% dan ketebalan sebesar 0,13 mm. Vegetable leather dengan perbandingan 30% daun beluntas dan 70% rumput laut memiliki kadar air sebesar 13,34%, kadar abu sebesar 19,74%, kadar lemak sebesar 1,29% dan kadar protein sebesar 13,14%, serta aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 1576,14 ppm.

Salah satu cara untuk menjaga dan memperpanjang umur simpan suatu produk adalah dengan penggunaan kemasan. Pada penyimpanan vegetable leather, belum diketahui jenis kemasan yang tepat untuk produk tersebut. Penggunaan jenis kemasan yang kurang tepat akan menyebabkan penurunan mutu produk dalam

jangka waktu tertentu. Terjadinya penurunan mutu akan mempengaruhi perubahan mutu sensoris vegetable leather dan memperpendek umur simpan. Pengemas dapat melindungi makanan yang telah diproduksi, baik dalam pengemasan maupun penempatan produk ke dalam wadah (Sucipta dkk., 2017). Produk leather sering mengalami kerusakan terutama tekstur dan kenampakannya. Menurut Rahmanto dkk. (2014), tingkat penerimaan produk pangan sangat dipengaruhi oleh kadar air. Bila dibandingkan dengan mutu awal produk leather yang dinilai dari tekstur produk, kadar air yang semakin rendah menyebabkan tekstur vegetable leather keras dan tidak fleksibel/plastis.

Pengemasan merupakan cara yang tepat untuk melindungi vegetable leather daun beluntas dari kontaminan, mencegah kehilangan nutrisi, dan memperpanjang umur simpan. Menurut Indraswati (2017), setiap jenis kemasan mempunyai ketahanan yang berbeda-beda dalam menjaga mutu produk pangan karena memiliki permeabilitas yang berbeda terhadap gas dan uap air. Hal ini akan berpengaruh terhadap perubahan mutu produk pada saat penyimpanan. Semakin rendah nilai permeabilitas kemasan, kemampuan proteksi terhadap penyerapan uap air semakin besar sehingga umur simpan produk pangan dalam kemasan tersebut semakin lama. Terdapat beberapa jenis kemasan yang dapat digunakan dalam memperpanjang umur simpan produk, tiga diantaranya yaitu plastik polipropilen, aluminium foil dan kombinasi (plastik polietilen-aluminium foil).

Bernaldo de Quiros *et al*. (2019) menyatakan bahwa plastik polipropilen (PP) merupakan jenis plastik yang lebih kuat dan ringan dari polietilen dengan daya tembus uap air yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Menurut Bastarrachea *et al.* (2011), plastik polipropilen memiliki permeabilitas terhadap uap air sebesar 2,321-4,642 $g/m^2/24jam$ dan terhadap oksigen sebesar 4,936-9,869 $g/m^2/24jam$. Sementara kemasan aluminium foil mempunyai sifat kedap air yang baik, sehingga laju perpindahan uap air dari lingkungan ke dalam sampel ataupun sebaliknya dapat dikurangi. Sembiring dan Hidayat (2012) menyatakan bahwa kemasan kemasan aluminium foil memiliki permeabilitas uap air sebesar 0,1428 $g/m^2/24jam$ dan permeabilitas oksigen sebesar 0,7767 $g/m^2/24jam$. Keunggulan lain aluminium

foil adalah melindungi sampel dari cahaya sehingga mencegah kerusakan nutrisi produk (Ariadianti dkk., 2015). Selain kedua jenis kemasan tersebut, kemasan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah kemasan kombinasi (polietilen-aluminium foil). Kemasan kombinasi menggunakan dua jenis bahan kemasan berbeda yaitu alumunium foil dan polietilen jenis HDPE. Poletilen jenis HDPE memiliki permeabilitas uap air sebesar 1,741-3,482 g/m^2/24jam dan permeabilitas oksigen sebesar 7,127 g/m^2/24jam (Bastarrachea *et al.,* 2011), sehingga kemasan kombinasi memiliki permeabilitas uap air sebesar 1,3772 g/m^2/24jam dan permeabilitas oksigen sebesar 3,9518 g/m^2/24jam.

Menurut Swadana dan Yuwono (2014), umur simpan produk pangan adalah selang waktu produk antara saat produksi hingga dikonsumsi. Produk berada dalam kondisi yang memuaskan berdasarkan karakteristik penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi. Penentuan umur simpan produk dapat dilakukan dengan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT), menggunakan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu (usable quality) produk pangan. Salah satu keuntungan metode ASLT adalah waktu pengujian yang relatif singkat, namun ketepatan dan akurasinya tinggi. Rosalina dan Evanila (2015) menyatakan bahwa suhu percobaan penyimpanan yang dianjurkan untuk menguji kadaluarsa makanan untuk jenis makanan kering dan semi basah adalah 0°C (kontrol), suhu kamar 30°C, 35°C, 40°C atau 45°C (jika diperlukan), untuk makanan yang diolah secara termal adalah 5°C (kontrol), suhu kamar 30°C, 35°C, atau 40°C dan untuk jenis makanan beku menggunakan suhu -40°C (kontrol), -15°C, -10°C, atau -5 ^{o}C. Pendekatan yang dilakukan dalam metode ASLT salah satunya adalah dengan persamaan Arrhenius, yaitu menggunakan teori kinetika yang pada umumnya menggunakan ordo nol atau ordo satu untuk produk pangan.

Metode Arrhenius merupakan pendugaan umur simpan menggunakan beberapa parameter yang diukur secara kuantitatif dan parameter tersebut harus menggambarkan kondisi mutu produk selama penyimpanan. Menurut Hariyadi (2019), reaksi penurunan mutu bahan pangan selama penyimpanan diakibatkan oleh reaksi kimia pada makanan yaitu reaksi ordo nol dan ordo satu. Tipe

kerusakan pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol adalah degradasi enzimatis (misalnya pada buah dan sayuran segar serta beberapa pangan beku); reaksi pencoklatan non-enzimatis (misalnya pada biji-bijian kering, dan produk susu kering); dan reaksi oksidasi lemak (misalnya peningkatan ketengikan pada snack, makanan kering dan pangan beku). Tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk dalam reaksi ordo satu adalah (1) ketengikan (misalnya pada minyak salad dan sayuran kering); (2) pertumbuhan mikroorganisme (misal pada ikan dan daging serta kematian mikoorganisme akibat perlakuan panas); (3) produksi off flavor oleh mikroba; (4) kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering dan (5) kehilangan mutu protein (makanan kering). Berdasarkan pernyataan tersebut vegetable leather dapat mengikuti model reaksi ordo nol maupun ordo satu.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui umur simpan vegetable leather yang dikemas dalam tiga jenis kemasan yaitu polipropilen, aluminium foil dan kombinasi (PE – aluminium foil) dengan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model Arrhenius. Pada penelitian ini, penentuan umur simpan vegetable leather dengan pendekatan persamaan Arrhenius dilakukan pada suhu yang berbeda yaitu 30ºC, 35ºC, dan 40ºC. Pengamatan dilakukan setiap 7 hari sekali selama 28 hari penyimpanan terhadap parameter yang mempengaruhi yaitu kadar air, kadar protein, vitamin C, analisis warna dan sifat sensori (warna, aroma, dan tekstur) vegetable leather.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan vegetable leather dari kombinasi daun beluntas dan rumput laut *E.cottonii* dengan berbagai jenis kemasan menggunakan metode ASLT (Accelerated Shelf Life Test) model Arrhenius.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Vegetable leather

Vegetable leather adalah produk berbasis sayuran yang dikeringkan, dimakan sebagai snack dengan bentuk strip atau lembaran yang fleksibel dan teksturnya kenyal. Produk vegetable leather merupakan cara praktis untuk meningkatkan konsumsi sayur dalam bentuk padat, baik anak-anak maupun dewasa (Handayani, 2014). Vegetable leather adalah salah satu makanan sejenis snack yang terbuat dari sayur-sayuran, berbentuk lembaran tipis, memiliki konsistensi dan rasa yang khas tergantung dari jenis sayuran yang digunakan, dan merupakan salah satu jenis produk sayur-sayuran kering selain manisan. Vegetable leather dapat langsung dikonsumsi camilan, atau sebagai penghias makanan dan banyak manfaat lainnya (Rodiyanti, 2017).

Menurut Marzelly dkk. (2018), vegetable / fruit leather berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2 - 3 mm, kadar air 10 – 20 %, mempunyai konsistensi dan rasa khas sesuai dengan jenis bahan yang digunakan. Kriteria yang diharapkan dari vegetable / fruit leather adalah warna menarik, tekstur sedikit liat dan kompak, serta memiliki plastisitas yang baik sehingga dapat digulung atau tidak mudah patah. Prinsip pengolahan vegetable leather hampir sama dengan *seaweed* leather. Menurut Nanggiang dkk. (2016), vegetable leather adalah jenis makanan ringan yang terbuat dari sayuran yang dihancurkan, dicetak menjadi lembaran tipis dan dikeringkan dalam oven atau dehydrator sedangkan dalam pengembangan lainnya dikenal juga istilah *mix* vegetable leather, yaitu lembaran tipis sayuran yang dibuat dari pencampuran sayuran, misalnya sayuran laut (rumput laut) dan sayuran darat.

Pada umumnya leather dari sayur atau dari buah memiliki kadar serat yang cukup tinggi sehingga hal tersebut akan mempengaruhi tekstur akhir pada pembuatan leather tersebut. Kandungan air dalam bahan yang rendah akan menghasilkan produk yang kering, sedangkan jika kandungan air dalam bahan cukup tinggi akan cenderung menghasilkan leather yang semi basah (Hendrawan dkk., 2019). Vegetable leather memiliki pengertian sama dengan fruit leather, namun hanya berbeda bahan karena jika vegetable leather menggunakan sayur-sayuran sedangkan fruit leather berbahan dasar puree buah. Vegetable leather belum memiliki standar mutu sama halnya dengan fruit leather. Fruit leather yang baik mempunyai kandungan air 10–20 %, Aw kurang dari 0,7, tekstur plastis, kenampakan seperti kulit, terlihat mengkilat, dapat dikonsumsi secara langsung, serta mempunyai warna, aroma, dan citarasa khas suatu jenis buah sebagai bahan baku (Marzelly dkk., 2018).

Vegetable leather bisa disebut juga sebagai nori, karena prinsip pembuatannya sama. Vegetable leather yang memiliki sifat hampir sama dengan nori, mudah mengalami penurunan mutu seperti kehilangan tekstur (plastis/fleksibel), rasa dan mudah menjadi lembab. Untuk mencegah hal tersebut, dilakukan usaha untuk mempertahankan mutunya dengan menggunakan kemasan (Marsvia *et al*., 2020). Kemasan yang digunakan pada penyimpanan vegetable leather adalah plastik polipropilen, aluminium foil dan kombinasi (Polietilen-aluminium foil). Hasani dkk. (2017) menyatakan bahwa fruit nori yang dikemas dengan plastik polipropilen mampu mempertahankan umur simpan fruit nori yang disimpan pada suhu ruang (25^0C) selama 31 hari 13 jam 48 menit 0 detik. Menurut Pratama dkk. (2021), kemasan aluminium foil memiliki kerapatan yang tinggi, tahan terhadap suhu dan kelembapan, serta memiliki daya serap air yang rendah sehingga mampu melindungi produk nori. Vegetable leather daun beluntas memiliki aktivitas antioksidan yang diperoleh dari bahan baku pembuatannya yaitu daun beluntas, sehingga diperlukan kemasan yang dapat mempertahankan aktivitas antioksidan vegetable leather. Ariadianti dkk. (2015) menyatakan bahwa selain menarik dan mudah dibentuk, aluminium foil mempunyai sifat kedap air yang baik, sehingga laju perpindahan uap air dari lingkungan ke dalam

sampel ataupun sebaliknya dapat dikurangi. Aluminium foil juga dapat melindungi sampel dari cahaya sehingga mencegah oksidasi antioksidan dalam fruit leather. Aluminium foil bersifat tahan terhadap temperatur tinggi sampai di atas 290^0C, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, dan hygienis dapat menambah nilai lebih dari kemasan yang digunakan. Selama penyimpanan, air dalam fruit leather akan menguap, tetapi karena pengemasan yang hermetis membuat uap air tersebut tidak dapat keluar dari kemasan sehingga tertahan di permukaan dalam kemasan dengan terbentuk titik-titik uap air.

Penentuan metode perhitungan masa simpan dipilih berdasarkan jenis produk. Vegetable leather merupakan jenis produk yang kering sehingga dalam perhitungan masa simpannya dapat dilakukan dengan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model Arrhenius. Metode ASLT merupakan metode penentuan umur simpan produk pangan menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat (accelerated) terjadinya reaksi-reaksi penurunan mutu (usable quality) produk pangan. Ada sejumlah pendekatan ASLT, semua difokuskan untuk mendapatkan data kerusakan yang dapat diandalkan dalam waktu singkat, model yang digunakan dan bagaimana memprediksi umur simpan yang sebenarnya dari produk.

2.2. Tanaman Beluntas (*Pluchea indica* L.)

2.2.1. Morfologi Tanaman Beluntas

Tanaman beluntas merupakan tanaman semak, tumbuh tegak, tingginya dapat mencapai 2 meter atau lebih. Percabangan banyak, rusuknya halus, dan berbulu lembut. Tanaman beluntas berbunga sepanjang tahun. Tanaman ini berasal dari suku Asteraceae (Compositae). Namanya berbeda-beda, sesuai daerah tempat tumbuhnya. Di sumatera, dikenal nama beluntas (Melayu), sedangkan di daerah Sunda dikenal dengan nama baluntas, lain lagi di Makassar, masyarakat sekitarnya menyebut tumbuhan ini dengan nama lamutasa, sedangkan di Timor disebut lenabou. Daun beluntas (*Pluchea indica*) dengan nama suku *Asteraceae*, umumnya adalah tanaman liar di daerah kering pada tanah yang keras dan

berbatu, atau ditanam sebagai tanaman pagar. Tanaman ini memerlukan cukup cahaya matahari atau sedikit naungan, banyak ditemukan di daerah pantai dekat laut sampai ketinggian 1.00 diatas permukaan laut. Tanaman beluntas dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Tanaman beluntas (*Pluchea indica* L.)
Sumber : Dokumentasi pribadi

Tanaman beluntas merupakan tanaman perdu kecil, bercabang banyak, berusuk halus, berambut lembut. Daun bertangkai pendek, letak berseling, helaian daun bulat telur sungsang. Ujung bulat melancip, tepi bergigi, berkelenjar, panjang 2,5 sampai 9 cm Lebar 1-5,5 cm dengan warna hijau terang bila diremas mengeluarkan bau harum. Bunga majemuk dengan bentuk malai rata, keluar dari ketiak daun dan ujung tangkai. Bunga berbentuk bonggol, bergagang ataupun duduk, berwarna putih kekuningan sampai ungu. Buah berbentuk gasing, kecil, keras berwarna coklat dengan sudut –sudut berwarna putih. Biji kecil, coklat keputih-putihan. Perbanyakan dengan stek batang yang cukup tua.

Masyarakat mengenal daun beluntas secara tradisional berkhasiat sebagai penurun demam (antipiretik), meningkatkan nafsu makan (stomakik), peluruh keringat (diaforetik), penyegar. Tanaman beluntas (*Pluchea indica*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermathophyta
Sub divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Family : Asterales
Ordo : Asteraceae
Genus : Pluchea
Spesies : *Pluchea indica* (L.) Less

2.2.2. Kandungan Kimia dan Manfaat Beluntas

Tanaman beluntas merupakan salah satu tanaman berkhasiat obat yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat karena terdapat kandungan senyawa fitokimia dalam daun beluntas. Senyawa bioaktif daun beluntas yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, minyak atsiri, asam chlorogenik, natrium, kalium, aluminium, kalsium, magnesium dan fosfor, sedangkan akarnya mengandung flavonoid dan tanin. Daun beluntas mengandung sejumlah senyawa fitokimia seperti lignan, terpena, fenilpropanoid, bensoid, alkana , sterol, 2(prop-1-unil)-5- (5,6-dihidroksi heksa-1,3-diunil) tiofena, (-) – katekin, fenol hidrokuinon, saponin, tanin, alkaloid, flavonol (kuersetin, kaemferol, mirisetin). Kandungan senyawa fitokimia ini menyebabkan daun beluntas mempunyai beberapa aktivitas biologis, salah satunya aktivitas antioksidan. Hasil penelitian Wanita dkk. (2018) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun beluntas telah terbukti mempunyai kemampuan menangkap radikal bebas dari asam 2,2’-azino-bis-(3 etilbensotiasolin-6sulfonat) (ABTS), mereduksi ion besi, dan menghambat oksidasi asam linoleat. Kandungan kimia daun beluntas yaitu alkaloid sebesar 0,316%, flavonoid sebesar 4,18%, tannin sebesar 2,351%, minyak atsiri sebesar 4,47%, phenolik, asam khlorogenik, natrium, kalsium, magnesium dan fosfor. Daun beluntas mengandung protein sebesar 17,78-19,02%, vitamin C sebesar 98,25 mg/100 g, serat kasar sebesar 14,77- 15,80% dan karoten sebesar 2,55 g/100 gram (Rukmiasih, 2011). Kandungan minyak atsiri daun beluntas mengandung benzil alkohol, benzil asetat, eugenol, dan linolol.

Daun beluntas mengandung alkaloida, flavonoida, tanin, minyak atsiri (benzil alkohol, benzil asetat, eugenol dan linolol), asam chlorogenik, natrium, aluminium, kalsium, magnesium, dan fosfor, sedangkan akarnya mengandung flavonoida dan tanin. Flavonoid mempunyai banyak efek biokimia dan farmakologi termasuk antibakteri, antioksidan, juga dilaporkan mempunyai kemampuan sebagai antikanker. Ekstrak polar daun beluntas dapat menghambat bakteri patogen penyebab keracunan makanan (seperti *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus* dan *Baccilus cereus*), bakteri penyebab kebusukan makanan (*Pseudomonas fluorescens*) dan bakteri penyebab infeksi saluran pencernaan (*Escherichia coli*) sehingga diakui daun beluntas bermanfaat menyembuhkan berbagai penyakit yang diakibatkan infeksi bakteri (Manu, 2013).

Manfaat tanaman beluntas yang sering digunakan sebagai obat tradisional adalah bagian daun beluntas. Daun beluntas mengandung senyawa flavonoid dan alkaloid yang berkhasiat sebagai antibakteri. Pengobatan tradisional menggunakan daun beluntas dengan cara sebagai lalapan dan daun beluntas di rebus diminum air rebusan daun beluntas. Beluntas (*Pluchea indica* L.) digunakan sebagai tanaman pagar dan pembatas di perkebunan, secara tradisional merupakan tanaman yang telah digunakan masyarakat Indonesia sejak lama untuk menghilangkan bau badan dengan cara direndam kemudian dioleskan. *Pluchea indica* dilaporkan memiliki sifat anti inflamasi dan mengurangi kejadian nekrosis pada lambung, antinosiseptif, netralisasi racun bisa ular, antioksidan, antiulceratif, hepatoprotektif, antimoeba khususnya melawan infeksi *Entamoeba histolytica*, serta memiliki aktivitas antimikrobial spektrum luas (Sharman *et al.*, 2011). Penelitan lain juga menyatakan bahwa daun beluntas biasanya digunakan masyarakat untuk menghilangkan bau badan, meningkatkan nafsu makan, melancarkan pencernaan, mengatasi nyeri persendian, nyeri otot, nyeri saat menstruasi, menurunkan demam, mengeluarkan keringat, mengobati scabies, dan tuberkulosis (TBC) kelenjar getah bening. Akar beluntas berkhasiat sebagai penyegar tubuh, mengeluarkan keringat, dan mengatasi nyeri persendian (Sibarani dkk., 2013).

Beberapa peneliatan juga telah menunjukkan bahwa daun beluntas memiliki banyak manfaat lain. Fatimatuzzahra dkk. (2016), dalam jurnalnya yang berjudul Efek Antikariogenik Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) sebagai Penghambat Pertumbuhan *Streptococcus Mutans* penyebab Karies Gigi, menyatakan bahwa ekstrak daun *Pluchea indica* L. dapat berperan prospektif sebagai calon agen pengobatan potensial melawan faktor virulensi *S. mutans*.

Pada daun beluntas mengandung senyawa alkaloid, senyawa alkaloid dapat digunakan sebagai bahan untuk obat-obatan, diantaranya sebagai obat batuk, rematik, anti-malaria, anti kejang. Alkaloid pada tanaman telah dipercaya sebagai sumber nitrogen, sebagai perlindungan tanaman, perkecambahan dan menstimulasi pertumbuhan tanaman. Alkaloid yang diperoleh dari tanaman dapat mempengaruhi fisiologi dan metabolisme dari manusia dan hewan. Selain alkaloid, terdapat juga senyawa flavonoid, pada bidang farmakologi flavonoid dapat digunakan sebagai anti radang, antibody, anti-tumor, anti-HIV, anti-diare, anti-oksidan, meningkatkan imunoglobulin, mengurangi kerapuhan pembuluh kapiler. Biasanya dalam cincin heterosiklik, dan bersifat aktif biologi. Flavonoid daun beluntas memiliki aktifitas antibakteri terhadap *Staphylococcus sp, Propinobacterium sp,* dan *Corneybacterium.*

Daun beluntas juga mengandung tannin, tanin memiliki peranan biologis yang kompleks mulai dari pengendap protein hingga pengkhelat logam. Tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut bisa terhambat. Antioksidan menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas (Winarno, 2008). Kandungan lainnya adalah minyak atsiri, minyak atsiri terdiri dari campuran zat yang mudah menguap dengan komposisi dan titik didih yang berbeda beda. Kegunaan dari minyak atisiri adalah dalam bidang kesehatan sebagai bahan antiseptik internal atau eksternal, sebagai bahan analgesic, haemolitic atau antizymatik, sebagai sedative, stimulant untuk obat sakit perut. Di samping itu beberapa jenis minyak atsiri lainnya dapat digunakan sebagai obat

cacing. Telah diketahui bahwa selain mempuanyai bau wangi yang menyenangkan, minyak atsiri tersebut dapat juga membantu pencernaan dengan merangsang sistem saraf sekresi, sehingga akan keluar getah lambung yang mengandung enzim seperti pepsin, trypsin, lipase, amilase disekresikan ke dalam lambung dan usus, hanya distimulir oleh bau dan rasa bahan pangan (Guenther, 2006).

Menurut Widyawati dkk. (2011), tingkat ketuaan daun beluntas menentukan kadar fitokimia. Semakin tua daun warnanya semakin hijau tua dan teksturnya semakin keras karena jaringan/selulosanya semakin banyak. Fitokimia yang terdeteksi pada ekstrak daun beluntas meliputi senyawa tanin, sterol, flavonoid dan fenol hidrokuinon, namun dengan intensitas yang berbeda. Keberadaan senyawa tanin, sterol, flavonoid dan fenol hidrokuinon pada ekstrak daun beluntas masing-masing ditunjukkan oleh warna biru tua atau hijau kehitaman, hijau, merah dan merah. Komposisi dan konsentrasi senyawa fitokimia mengalami perubahan selama pertumbuhan tanaman. Daun yang lebih muda mempunyai kandungan fitokimia paling tinggi hal ini terkait dengan fungsi dari senyawa metabolit sekunder tersebut, yaitu untuk pertahanan melawan herbivora, patogen, insekta, bakteri, jamur dan virus (Saffan dan El-Mousallamy 2008). Selain itu senyawa fitokimia dalam daun biasanya ditemukan dalam struktur bebas atau terikat secara glikosida, dengan bertambahnya tingkat ketuaan daun banyak ditemukan dalam struktur glikosida yang terdapat pada membran sel. Senyawa ini membentuk struktur yang kompleks dengan karbohidrat (glukosa, xilosa dan arabinosa).

2.3. Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

2.3.1. Morfologi Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut atau alga laut (*seaweed*) merupakan salah satu komoditas utama perikanan budidaya di Indonesia. Selama ini, Indonesia sebagai produsen rumput laut dunia hanya menghasilkan bahan baku berupa rumput laut kering yang diekspor ke berbagai Negara. Rumput laut di Indonesia saat ini digunakan sebagai penghasil agar, karagenan, dan alginat yang merupakan bahan baku

penting dalam industri pangan maupun nonpangan. Rumput laut merupakan bahan pangan nabati yang dapat digolongkan sebagai diet sehat. Rumput laut mengandung sejumlah komponen bioaktif yang berkhasiat terhadap kesehatan termasuk untuk mencegah dan mengendalikan penyakit diabetes. Rumput laut merupakan tanaman tingkat rendah, tidak memiliki akar, batang dan daun sejati, namun rumput laut ini menyerupai batang yang disebut thallus (Anggadiredja dkk., 2011). Rumput laut yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia adalah rumput laut dari kelas Rhodophyta jenis *Eucheuma cottonii*. Gambar Rumput laut *E. cottonii* dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Rumput laut *Eucheuma cottonii*
Sumber : Dokumentasi pribadi

Eucheuma cottonii merupakan salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) dan berubah nama menjadi *Kappaphycusalvarezii* karena karagenan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karagenan. Maka jenis ini secara taksonomi disebut *Kappaphycus alvarezii*. Nama daerah '*cottonii*' umumnya lebih dikenal dan biasa dipakai dalam dunia perdagangan nasional maupun internasional. Genus *Eucheuma* merupakan istilah popular di bidang niaga untuk jenis rumput laut penghasil karagenan. Nama ini resmi bagi spesies *Eucheuma cottonii* yang ditentukan berdasarkan kajian filogenetis dan tipe karagenan yang terkandung di dalamnya sehingga berubah menjadi *Kappaphycus*.

Dari segi morfologi, *Eucheuma cottonii* yaitu thallus silindris, permukaan licin, cartilageneus (menyerupai tulang rawan/muda), serta berwarna hijau terang, hijau olive, dan cokelat kemerahan.Percabangan thallus berujung runcing atau tumpul, ditumbuhi nodulus (tonjolan-tonjolan), dan duri lunak/tumpul yang melindungi

gametangia. Percabangan bersifat alternatus (berseling), tidak teratur, serta dapat bersifat dichotomus (percabangan dua-dua) atau trichotomus (sistem percabangan tiga-tiga). Penampakan thallus bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Duri-duri pada thallus runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari thallus. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari. Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut Anggadiredja dkk. (2011):

Divisi : Rhodophyta
Kelas : Rhodophyceae
Bangsa : Gigartinales
Suku : Solierisceae
Marga : Eucheuma
Jenis : *Eucheuma cottonii*

2.3.2. Kandungan Kimia dan Manfaat Rumput Laut *E. cottonii*

Rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu *carragaenophytes*, dari golongan *Rhodophyta* yaitu rumput laut penghasil karagenan yang berupa senyawa polisakarida. Karagenan dapat terekstraksi dengan air panas yang mempunyai kemampuan untuk membentuk gel. Sifat pembentukan gel pada rumput laut ini dibutuhkan untuk menghasilkan pasta yang baik, yang menghasilkan florinstarch. Komponen utama rumput laut pada umumnya adalah karbohidrat (gula atau vegetable *gum*), protein, lemak dan abu yang merupakan mineral. Kandungan kimia rumput laut dapat bervariasi tergantung pada jenis, tingkat pertumbuhan (umur) dan kondisi tempat tumbuhnya (Peranginangin dkk., 2014). Komposisi kimia rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*

Komposisi	Jumlah
Air (%)	13,90
Protein (%)	2,69
Lemak (%)	0,37
Serat Kasar (%)	0,95
Mineral Ca (ppm)	22,39
Mineral Fe (ppm)	0,121
Mineral Cu (ppm)	2,763
Tiamin (mg/ 100 gr)	0,14
Ribovlamin (mg/ 100 gr)	2,7
Vitamin C (mg/ 100 gr)	12,0
Karagenan (%)	61,52
Abu (%)	17,09
Kadar Pb (ppm)	0,04

Sumber : Anggadiredja dkk. (2011)

Menurut Anggadiredja dkk. (2011), kadar karagenan pada *Eucheuma cottonii* merupakan komponen terbesar yaitu sekitar 54-73%. Karagenan adalah hidrokoloid yang potensial untuk dibuat *edible film* karena sifatnya yang dapat membentuk gel, stabil, serta dapat dimakan. Karagenan memiliki kemampuan untuk membentuk gel secara thermo-reversible atau larutan kental jika ditambahkan ke dalam larutan garam sehingga banyak dimanfaatkan sebagai pembentuk gel, pengental, dan bahan penstabil di berbagai industri seperti pangan, farmasi, kosmetik, percetakan, dan tekstil (Diharmi dkk., 2011).

Rumput laut *E. cottonii* merupakan jenis rumput laut merah yang mempunyai kenampakan warna talus yang bervariasi. Warna talus yang bervariasi disebabkan adanya komposisi pigmen yang terdiri dari klorofil a, klorofil d, dan fikobiliprotein (R-fikosianin, allofikosianin serta fikoeritrin). Fikoeritrin merupakan pigmen dominan pada alga merah. Pigmen tersebut memberikan kenampakan warna merah pada alga. Alga merah mempunyai kemampuan adaptasi kromatik, yaitu penyesuaian warna talus berdasarkan kualitas pencahayaan yang diterima.

2.4. Jenis Kemasan

2.3. Kemasan plastik polipropilen (PP)

Kemasan merupakan suatu benda yang digunakan untuk mengemas suatu produk untuk melindungi produk dari beberapa faktor selama penyimpanan produk hingga tiba ke konsumen. Produk makanan akan mengalami penurunan mutu pada saat produk dalam penyimpanan. Hal ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya kurang tepat dalam memilih jenis kemasan, suhu, kontaminan, dan lain-lain. Pengemasan suatu produk makanan dilakukan untuk memperpanjang umur simpan, menjaga keamanan pangan dan menjaga atau meningkatkan kualitas dengan menghambat terjadinya kerusakan produk. Pemilihan jenis kemasan yang sesuai dengan sifat bahan makanan yang dikemas sangat diperlukan untuk menjaga kadar air dan mutu bahan yang dikemas. Kemasan yang tepat dapat menghambat uap air, cahaya, dan udara lingkungan yang dapat menurunkan kualitas bahan yang dikemas (Suwita dkk., 2013).

Setiap jenis kemasan mempunyai ketahanan yang berbeda-beda dalam menjaga mutu dan masa simpan bahan makanan yang dikemas, tergantung pada tekstur bahan kemasan. Kemasan plastik dipilih sebagai bahan pengemas karena memiliki keunggulan yaitu mudah didapat, murah, transparan,ringan, kuat, termoplastis dan selektif dalam permeabilitas terhadap uap air, O2 dan CO2. Semakin besar laju permeabilitas bahan pengemas, semakin besar laju perpindahan uap air yang dapat melewati permukaan bahan pengemas. Kegunaan permeabilitas ini adalah untuk memperkirakan umur simpan dan mempertahankan mutu produk dalam kemasan agar dapat bertahan lama dengan mutu yang tetap baik dan dapat diterima konsumen (Mareta dan Nur, 2011).

Kemasan PP (Polipropilen) merupakan plastik tipis berlapis tunggal (single film) yang memiliki volume terbesar yang digunakan dalam industri pengemasan fleksible. Polipropilen dibuat dengan tekanan dan suhu tinggi,termasuk ke dalam plastik tipis yang murah dengan kekuatan tegangan yang sedang dan terang, dan merupakan penahan air yang baik tetapi jelek terhadap oksigen. Keuntungan yang terbesar adalah kemampuannya untuk ditutup sehingga memberi tutup yang rapat

terhadap cairan. Polipropilen memiliki sifat lebih kaku, kuat dan ringan daripada polietilen dengan daya tembus uap air yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Plastik tipis yang tidak mengkilap mempunyai daya tahan yang cukup rendah terhadap suhu tetapi bukan penahan gas yang baik (Buckle *et al*., 2010).

Polipropilen (PP) merupakan plastik yang digunakan untuk mengemas makanan ringan. Plastik polipropilen adalah jenis plastik yang baik sebagai barrier terhadap uap air pada produk karena memiliki densitas 0,90 sampai 0,92 g/m3 dan permeabilitas uap air yang rendah. Menurut Bernaldo de Quiros *et al*. (2019) plastik polipropilen merupakan jenis pastik yang lebih kuat dan ringan dari polietilen dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Polipropilen, tidak mudah sobek sehingga mudah untuk penanganan dan distribusi. Berdasarkan hasil penelitan Rahmanto dkk. (2014) umur simpan fruit leather nangka dengan menggunakan kemasan poliproplen (pp) dengan ketebalan 0,07 mm dapat bertahan hingga 30 hari atau 1 bulan pada penyimpanan suhu 30°C.

2.4.2. Kemasan aluminium Foil

Aluminium foil adalah bahan kemasan berupa lembaran logam aluminum yang padat dan tipis dengan ketebalan <0.15 mm. Kemasan ini mempunyai tingkat kekerasan dari 0 yaitu sangat lunak, hingga H-n yang berarti keras. Semakin tinggi bilangan H-, maka aluminium foil tersebut semakin keras. Ketebalan dari aluminium foil menentukan sifat protektifnya. Jika kurang tebal, maka foil tersebut dapat dilalui oleh gas dan uap. Pada ketebalan 0.0375 mm, maka permeabilitasnya terhadap uap air = 0, artinya foil tersebut tidak dapat dilalui oleh uap air. Foil dengan ukuran 0.009 mm biasanya digunakan untuk permen dan susu, sedangkan foil dengan ukuran 0.05 mm digunakan sebagai tutup botol multitrip. Sifat-sifat dari aluminium foil adalah hermetis, fleksibel, tidak tembus cahaya sehingga dapat digunakan untuk mengemas bahan-bahan yang berlemak dan bahan-bahan yang peka terhadap cahaya seperti margarin dan yoghurt (Nugraheni, 2018).

Kemasan aluminium foil memiliki nilai densitas yang lebih besar daripada kemasan polipropilen (PP) dan polietilen densitas rendah (LDPE). Menurut Sembiring dan Hidayat (2012), nilai densitas pada kemasan aluminium foil, LPDE, dan PP berturut-turut yaitu 1,0580 g/m3, 0,9081g/m3, dan 0,9177 g/m3. Semakin besar nilai densitas bahan pengemas semakin kecil permeabilitas bahan terhadap gas dan uap air. Permeabilitas uap air dan transmisi gas kemasan adalah kemampuan uap air dan gas oksigen untuk menembus suatu kemasan pada kondisi suhu dan RH tertentu, sehingga semakin kecil permeabilitas kemasan maka daya tembus uap air semakin kecil (Gunasoraya, 2011). Adanya uap air dan oksigen dalam kemasan menyebabkan reaksi oksidasi ataupun hidrolisis yang dapat mempengaruhi kualitas produk yang dikemas. Peningkatan suhu juga mempengaruhi pemuaian gas yang menyebabkan terjadinya perbedaan konstanta permeabilitas. Keberadaan air akan menimbulkan perenggangan pada pori-pori film sehingga meningkatkan permeabilitas. Adanya perbedaan tingkat permeabilitas uap air dan transmisi oksigen setiap kemasan akan mempengaruhi stabilitas dan umur simpan produk yang dikemas.

Aluminium foil banyak digunakan sebagai bahan pelapis atau laminan. Aluminium foil memiliki sifat-sifat yaitu tidak terpengaruh sinar matahari, tidak dapat terbakar, tidak bersifat menyerap bahan atau zat lain, tidak menunjukkan perubahan ukuran dengan berubah-ubah RH. Apabila secara ritmis kontak dengan air, biasanya tidak akan terpengaruh atau bila berpengaruh sangat kecil. Sifat-sifat mekanis aluminium foil yang sangat penting adalah “tensile strength”, elastisitas dan daya tahannya terhadap sobekan dan lipatan. Aluminium foil menempati posisi yang penting dalam produk kemas fleksibel karena memiliki barriers yang memuaskan dan penampilan yang baik. Foil yang biasa digunakan dengan ketebalan antara 6 mikron sampai dengan 150 mikron baik soft temper maupun hard temper. Soft maupun hard temper, tergantung dari komposisi dari alloy dan treatment terhadap foil tersebut. Umumnya untuk kepentingan kemas fleksibel foil yang digunakan tebalnya kurang dari 25 mikron. Namun demikian untuk keperluan tertentu dengan contoh yang lebih tebal aluminium foil yang soft temper akan mudah membentuk dead-fold, dan tidak mudah kembali, dan bisa

dibentuk menurut keinginan (Nugraheni, 2018). Aluminium foil memiliki sifat tidak berbau, tidak ada rasa, tidak berbahaya dan hygienis, tidak mudah membuat pertumbuhan bakteri dan jamur.

Reynaldy (2010) menyatakan bahwa pengujian sifat fisik dilakukan terhadap bahan kemasan aluminium foil dengan tiga ketebalan yang berbeda, yaitu 50µm (0,05 mm), 80µm (0,08 mm), dan 100µm (0,1 mm). Pengujian ini meliputi sifat karakteristik dari kemasan aluminium foil itu sendiri seperti densitas, gramatur, laju transmisi gas oksigen atau Oxygen Transmission Rate (O_2TR), dan laju transmisi uap air atau Water Vapor Transmission Rate (WVTR). Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa ketebalan kemasan aluminium foil berbanding terbalik dengan nilai WVTR. Semakin meningkat ketebalan kemasan, daya ketebalan permeabilitas kemasan terhadap uap air semakin rendah. Permeabilitas dan ketebalan kemasan tersebut juga berkaitan dengan densitas dan gramatur dimana aluminium foil dengan ketebalan 50µm, memiliki nilai densitas dan gramatur yang terkecil dibanding ketebalan 80µm dan 100µm. Karakteristik kemasan aluminium foil pada ketebalan 50µm, 80µm, dan 100µm dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik aluminium foil pada ketebalan yang berbeda

Karakteristik Aluminium Foil	Ketebalan Kemasan			
	50µm	80 µm	90 µm	100 µm
Densitas (g/cm^3)	0,2710	1,0580	1,0805	1,1030
Gramatur (g/m^2)	36,0370	84,6170	97,4450	110,2730
Laju transmisi uap air (WVTR) (g/m^2/24 jam)	0,5749	0,1298	0,1033	0,0768
Laju transmisi gas oksigen (O_2TR) (cc/m^2/24 jam)	0,8492	0,2933	0,3066	0,3199

Sumber : Reynaldy (2010)

Peningkatan laju kadar air pada aluminium foil dengan ketebalan 50µm lebih tinggi dibandingkan ketebalan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa aluminium foil dengan ketebalan 80µm dan 100µm memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menahan jumlah uap air yang masuk ke dalam bahan kemasan (Reynaldy, 2010). Aluminium foil dengan ketebalan yang rendah paling mudah ditembus oleh oksigen dan uap air dari lingkungan selama penyimpanan.

Pratama dkk. (2021) menyatakan bahwa umur simpan nori dari *Gelidium sp.* dan *Eucheuma cottonii* yang disimpan dengan kemasan aluminium foil dapat bertahan selama 4 bulan 22 hari 17 jam pada suhu 25°C dan 4 bulan 14 hari 4 jam pada suhu 35°C. Hal ini membuktikan bahwa aluminium foil memiliki kemampuan dalam menahan jumlah uap air yang masuk ke dalam kemasan. Menurut Liviawaty *et al.* (2021), umur simpan nori dari *Gracilaria sp*. dengan penyimpanan menggunakan kemasan aluminium foil pada suhu penyimpanan 25^0C adalah 89 hari 7 jam.

2.4.3. Kemasan kombinasi (polietilen-aluminium foil)

Kemasan kombinasi adalah kemasan yang transparan dibagian muka kemasan. Disebut kombinasi karena kemasan ini merupakan gabungan dari material aluminium foil bagian belakang dan bagian depan berbahan plastik polietilen. Jenis kemasan ini terlihat lebih menarik dan memiliki sifat-sifat umum kemasan PE dan kemasan aluminium foil pada umumnya. Plastik polietilen memiliki sifat kekuatan tariknya tinggi dan tidak mudah sobek, memiliki titik lebur yang rendah (88^oC), lunak pada suhu 90-95^oC atau lebih tidak tahan panas jika dibandingkan dengan kemasan aluminium foil. Selain itu, kemasan polietilen jika ditempatkan bersama-sama dengan plastik lain dapat menyebabkan penyimpangan warna (Nugraheni, 2018).

Kemasan plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu harganya murah, lebih ringan, praktis serta mudah diperoleh. Penggunaan plastik dalam pengemasan bahan pangan disebabkan sifatnya yang fleksibel, mudah dibentuk, mempunyai adaptasi yang tinggi terhadap produk, tidak korosif serta mudah dalam penanganannya. Kemasan plastik melindungi produk dari perubahan kadar air karena bahan kemasan dapat menghambat terjadinya penyerapan uap air dari udara. Polietilen memiliki sifat-sifat yang menguntungkan antara lain mudah dikelim oleh panas, fleksibel, permeabilitas uap air dan oksigen rendah, dapat digunakan dalam penyimpanan beku (-50ºC), sehingga kemasan polietilen dapat memperpanjang umur simpan suatu bahan pangan. Plastik polietilen terdiri dari dua jenis yaitu HDPE (High Density Polyethylene) dan LDPE (Low Density

Polyethylene). HDPE lebih tahan terhadap zat kimia dibandingkan dengan LDPE dan memiliki ketahanan yang baik terhadap minyak dan lemak. Karakteristik beberapa jenis kemasan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik beberapa jenis kemasan

Jenis Kemasan	Ketebalan (mm)	Densitas (g/cm^3)	Gramatur (g/cm^3)	WVTR* (g/m^2/24 jam)	O_2TR** (g/m^2/24 jam)
Aluminium foil	0.05 0.08 0.1	0. 721 1.058 1.103	36.037 84.617 110.273	0.5749 0.1298 0.0768	0.8492 0.2933 0.3199
PP	-	0.90-0.91	-	2.321-4.642	4.936-9.869
PE					
LDPE	-	0.915-0.935	-	6.673-8.704	44.756
HDPE	-	0.945-0.964	-	1.741-3.482	7.127

Sumber : Fiardy (2013); Bastarrachea *et al.* (2011)

Penggunaan kemasan yang berbahan aluminium foil yang tidak transparan, maka bentuk fisik produk tidak dapat dilihat langsung oleh konsumen. Untuk itu, dikombinasikan dengan kemasan berbahan plastik yang transparan, sehingga bentuk fisik produk tetap terlihat. Kemasan aluminium foil dapat mempertahankan sifat fisik dan kimia produk lebih baik dibandingkan dengan kemasan plastik. Menurut Ariadianti dkk. (2015), aluminium foil dapat melindungi sampel dari cahaya sehingga mencegah oksidasi antioksidan dalam fruit leather. Kombinasi kedua bahan ini akan mempertahankan mutu produk, dengan tetap memperlihatkan bentuk fisik produk. Berdasarkan hasil penelitian Ijayanti dkk. (2020), kemasan kombinasi (polietilena + aluminium foil) merupakan kemasan yang mampu mempertahankan umur simpan wedang uwuh hingga 45 minggu dengan suhu penyimpanan 30^0C. Sementara, menurut Listiani dan Ediati (2018), penyimpanan gula kelapa kristal dengan kemasan kombinasi PE dan aluminium foil mampu mempertahankan umur simpan gula kelapa kristal selama 123 hari pada suhu penyimpanan 30^0C.

2.5. Pendugaan Umur Simpan

Umur simpan merupakan suatu keadaan dan waktu yang diperlukan oleh suatu produk untuk mempertahankan mutu selama penyimpanan hingga sampai ke konsumen. Umur simpan dapat ditentukan dengan mengevaluasi perubahan mutu produk selama penyimpanan. Menurut Kusnandar dkk. (2010), mencantumkan masa kadaluarsa pada label pangan bersifat wajib karena telah diatur dalam Undang-Undang No. 18 tahun 2012 tentang Pangan serta Peraturan Pemerintah No.69/1999 tentang Label dan Iklan Pangan, di mana setiap industri pangan wajib mencantumkan tanggal kadaluarsa pada setiap kemasan produk pangan. Oleh karena itu, penting dilakukan pendugaan umur simpan pada produk baru untuk mengetahui masa kadaluarsanya.

Penyimpangan suatu produk dari mutu awalnya disebut deteriorasi. Produk pangan setelah diproduksi akan mengalami deteriorasi. Reaksi deteriorasi dimulai dengan persentuhan produk dengan udara, oksigen, uap air, cahaya atau akibat perubahan suhu. Tingkat deteriorasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanan yang disebabkan faktor intrinsik maupun ekstrinsik yang selanjutnya akan memicu reaksi dalam produk berupa reaksi kimia, reaksi enzimatis atau lainnya (Hariyadi, 2019). Umur simpan adalah waktu hingga produk mengalami deteriorasi tertentu hingga produk sampai ke konsumen. Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu metode konvensional Extended Storage Studies (ESS) dan metode akselerasi kondisi penyimpanan (ASS atau ASLT).

Metode Extended Storage Studies (ESS) merupakan sistem penentuan umur simpan secara konvensional membutuhkan waktu yang lama karena penetapan kadaluarsa pangan dilakukan dengan cara menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai tingkat mutu kadaluarsa. Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model Arrhenius merupakan metode pendugaan umur simpan produk dengan menggunakan suhu akselerasi sehingga dapat mempercepat reaksi yang menyebabkan kerusakan pada produk. Metode ASLT model Arrhenius pada

umumnya diaplikasikan pada semua jenis produk pangan khususnya pada produk yang mengalami penurunan kualitas akibat efek deteriorasi kimiawi (Hariyadi, 2019). Model pendekatan pendugaan umur simpan dengan metode persamaan Arrhenius biasanya tepat digunakan untuk produk produk yang mudah rusak diakibatkan terjadinya reaksi (reaksi oksidasi, reaksi Maillard, denaturasi protein dan lainya).

Secara umum, reaksi kimia dapat terjadi lebih cepat terjadi ketika terjadi peningkatan suhu dan persamaan Arrhenius mampu menggambarkan korelasi antara perubahan parameter kualitas produk terhadap suhu penyimpanan. Persamaan ini bisa digunakan untuk memprediksi percepatan kerusakan produk ketika disimpan disuhu yang lebih ekstrim. Pengujian umur simpan menggunakan model Arrhenius menggunaan suhu penyimpanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat (Hariyadi, 2019).

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan, dimana semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Menurut Rosalina dan Evanila (2015), suhu percobaan penyimpanan yang dianjurkan untuk menguji kadaluarsa makanan untuk jenis makanan kering dan semi basah adalah 0^oC (kontrol), suhu kamar 30^oC, 35^oC, 40^oC atau 45^oC (jika diperlukan), sedangkan untuk makanan yang diolah secara termal adalah 5^oC (kontrol), suhu kamar 30^oC, 35^oC, atau 40^oC. Jenis makanan beku dapat menggunakan suhu -40^oC (kontrol), -15^oC, -10^oC, atau $-5\ ^oC$. Oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu makanan selama penyimpanan, faktor suhu harus selalu diperhatikan. Model Arrhenius, produk disimpan pada suhu ekstrim untuk mempercepat terjadinya kerusakan (Hariyadi, 2019). Laju laju penurunan mutu cukup dengan menggunakan persamaan Arrhenius berikut :

$$k = k_0 e^{-E/RT}$$

Keterangan :

k = konstanta penurunan mutu produk
k_0 = konstanta (tidak tergantung pada suhu)
E = energi aktivasi
T = suhu mutlak (°C + 273)
R = konstanta gas 1,986 kal/mol

Berdasarkan perhitungan dengan rumus tersebut, diperoleh nilai *k*. Nilai *k* selanjutnya digunakan untuk menentukan umur simpan produk yang dapat dihitung berdasarkan persamaan ordo 0 dan ordo 1. Penentuan umur simpan vegetable leather dengan metode akselerasi Arrhenius dilakukan menggunakan program software Microsoft Excel 2010. Kemudian digunakan rumus perhitungan berdasarkan model terpilih dan selanjutnya dirancang dalam bahasa pemograman. Program secara umum terdiri atas lima bagian utama yaitu : 1). Pemilihan jenis produk, 2). Pengumpulan data data produk, 3). Perhitungan kadar air, 4). Perhitungan slope kurva adsorpsi isotermis, 5). Penentuan umur simpan (Kusnandar dkk., 2010).

2.6. Ordo Reaksi

Orde reaksi adalah banyaknya faktor konsentrasi suatu zat reaktan yang mempengaruhi kecepatan reaksi. Penentuan orde reaksi tidak dapat diturunkan dari persamaan reaksi tetapi hanya dapat ditentukan berdasarkan percobaan (Kusnandar dkk., 2010). Nilai umur simpan dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan kedalam persamaan reaksi ordo nol atau satu. Kecepatan perubahan mutu setiap parameter bahan berbeda-beda. Jika laju kerusakan terjadi secara konstan atau linier maka mengikuti ordo reaksi nol, namun apabila laju kerusakan terjadi secara tidak konstan, secara logaritmik atau eksponensial, maka mengikuti ordo reaksi satu.

Ordo nol dapat dideteksi dengan membuat plot antara nilai kerusakan sebagai sumbu Y dan lama penyimpanan sebagai sumbu X. Ordo satu dapat dideteksi

dengan membuat plot antara nilai ln nilai kerusakan sebagai sumbu Y dan lama penyimpanan sebagai sumbu X. Pemilihan ordo reaksi dapat dilihat dengan cara memplotkan data penurunan mutu mengikuti ordo nol dan ordo satu, kemudian dibuat persamaan regresi liniernya. Menurut Hariyadi (2019), ordo reaksi dengan nilai R^2 yang lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan untuk menentukan umur simpan suatu produk.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusnandar dkk., (2010) bahwa kriteria dalam pemilihan parameter mutu untuk menentukan umur simpan suatu produk yaitu parameter mutu yang paling cepat mengalami penurunan mutu selama penyimpanan yang ditunjukkan dengan nilai koefisien k atau nilai koefisien korelasi (R^2) paling besar. Hal ini memberikan informasi bahwa dapat dilakukan pendugaan umur simpan terhadap vegetable leather dengan menggunakan ordo reaksi nol dan satu, namun dalam perhitungannya dilihat hasil R^2 yang lebih besar dari masing masing ordo yang digunakan. Reaksi kehilangan mutu pada makanan banyak dijelaskan oleh reaksi ordo nol dan satu. Penurunan mutu ordo reaksi nol adalah penurunan mutu yang konstan. Tipe kerusakan pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol adalah degradasi enzimatis (misalnya pada buah dan sayuran segar serta beberapa pangan beku); reaksi kecoklatan non-enzimatis (misalnya pada biji-bijian kering, dan produk susu kering); dan reaksi oksidasi lemak (misalnya peningkatan ketengikan pada snack, makanan kering dan pangan beku).

Menurut Hariyadi (2019), penurunan mutu ordo reaksi nol ada penurunan mutu yang konstan. Kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung tetap pada suhu konstan. Sedangkan tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk dalam rekasi ordo satu adalah (1) ketengikan (misalnya pada minyak salad dan sayuran kering); (2) pertumbuhan mikroorganisme (misal pada ikan dan daging serta kematian mikoorganisme akibat perlakuan panas); (3) produksi off flavor oleh mikroba; (4) kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering dan (5) kehilangan mutu protein (makanan kering). Kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung

tetap pada suhu konstan. Pendugaan umur simpan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t = (A_t - A_o)/k \quad \text{atau} \quad t = (\ln A_o / \ln A_t)/k$$

Keterangan:

t = prediksi umur simpan (hari)
A0 = kadar air awal (%)
At = kadar air kritis (%)
k = konstanta penurunan mutu (% per hari)

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Jurusan Perternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bandar Lampung. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai bulan Oktober 2022.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun beluntas (*Pluchea indica* L.) ruas 1-10 yang diperoleh dari Kotabumi, Lampung Utara dan rumput laut *E. cottonii* yang diperoleh dari produsen rumput laut di Kelurahan Way Urang, Kecamatan Kalianda, Lampung Selatan serta bahan tambahan yaitu garam. Bahan kemasan yang digunakan dalam penelitian adalah kemasan plastik polipropilen (PP) dengan ketebalan 0,07 mm, aluminium foil dengan ketebalan 0,06 mm, dan kombinasi (polietilen-aluminium foil) dengan ketebalan masing-masing 0,03 mm dan 0,06 mm yang diperoleh dari salah satu pemasok berbagai jenis kemasan, toko Aladin Jaya Bandar Lampung. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah asam asetat, 2,6–Dichlorophenolindophenol, K_2HPO_4, NaH_2PO_4, K_2SO4, HgO, H_2SO_4, NaOH, $Na_2S_2O3.{}_5H_2O$, larutan H_3BO_3, HCl 0.02 N dan aquadest.

Alat-alat yang digunakan antara lain cetakan nori (saringan plasik) merk Yutaka, blender, pisau, gunting, neraca analitik, hotplate, gelas ukur, dandang,

thermometer, nampan, baskom, vortex, inkubator, oven,desikator, tang penjepit, statif, sentrifuge, pipet, pengaduk, mortar, labu Kjeldahl, cawan porselin, dan alat-alat gelas.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan 3 perlakuan suhu penyimpanan yaitu vegetable leather daun beluntas dan rumput laut dengan perbandingan 30%:70% yang dikemas menggunakan tiga kemasan berbeda yaitu polipropilen, aluminium foil dan kombinasi (polietilen-aluminium foil) disimpan pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C dengan 2 kali ulangan. Penyimpanan vegetable leather dilakukan selama 28 hari. Pengamatan dilakukan terhadap kadar air , kadar protein, vitamin C, uji sensori (warna, aroma dan tekstur vegetable leather) dan uji warna menggunakan color reader setiap seminggu sekali yaitu pada hari ke 0, 7, 14, 21, 28 dan dibandingkan dengan kontrol. Data hasil pengujian yang diperoleh digunakan untuk menentukan umur simpan vegetable leather dengan menggunakan metode ASLT (Accelerated Shelf Life Testing) model Arrhenius menggunakan software Microsoft Excel 2010 (Kusnandar dkk., 2010).

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahap, diantaranya tahap pembuatan vegetable leather, tahap penyimpanan vegetable leather, tahap analisis dan pengamatan, serta perhitungan umur simpan vegetable leather daun beluntas.

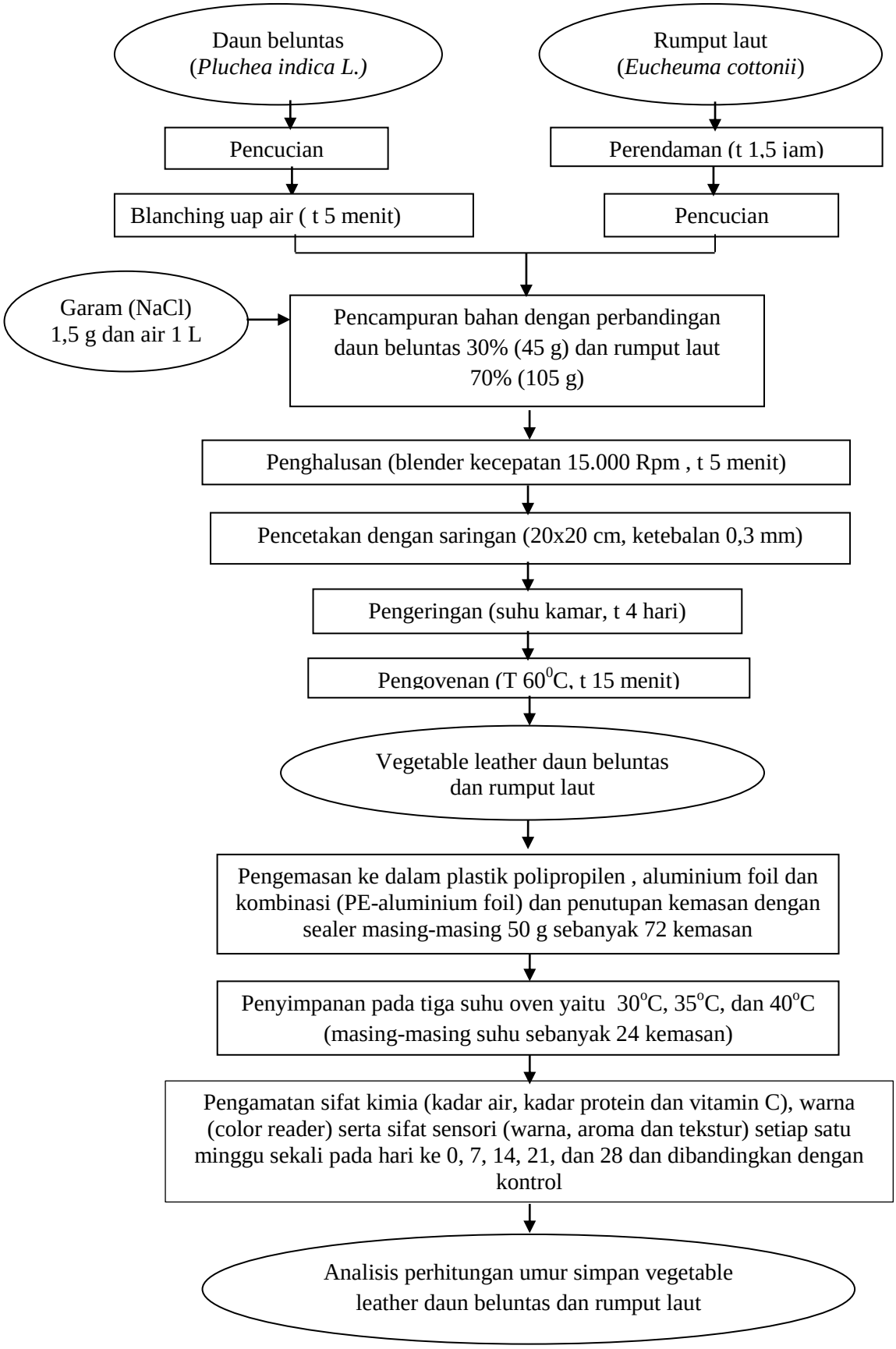
3.4.1. Pembuatan vegetable leather daun beluntas

Pembuatan vegetable leather daun beluntas dilakukan dengan formulasi terbaik hasil penelitian Brilian dkk. (2023). Daun beluntas dan rumput laut dikombinasikan dengan perbandingan 30%:70%. Daun beluntas yang digunakan adalah ruas 1-10 yang diperoleh dari Kotabumi, Lampung Utara. Rumput laut yang digunakan adalah rumput laut kering jenis *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari produsen rumput laut di Kelurahan Way Urang, Kecamatan

Kalianda, Lampung Selatan. Total perbandingan daun beluntas dan rumput laut sebanyak 150 g, sehingga daun beluntas yang digunakan sebanyak 45 g dan rumput laut sebanyak 105 g dan ditambah garam sebanyak 1,5 g serta air sebanyak 1 L. Sebelum diolah, daun beluntas dicuci dengan air bersih dan dilakukan blanching dengan uap air selama 5 menit. Sementara, rumput laut *E. cottonii* direndam dengan air selama 1,5 jam dan dicuci hingga bersih. Kedua bahan tersebut dihancurkan menggunakan blender selama 5 menit dengan kecepatan sedang, hingga menjadi halus. Selanjutnya bubur dicetak menjadi lembaran dengan cetakan ukuran 20x20 cm. Lembaran vegetable leather yang terbentuk kemudian dikeringkan pada suhu kamar selama 4 hari. Setelah kering, vegetable leather dilepaskan dari cetakan, kemudian dioven pada suhu 60°C selama 15 menit.

3.4.2. Penyimpanan dan pengamatan vegetable leather daun beluntas dalam tiga kemasan

Sampel vegetable leather yang telah dibuat selanjutnya dikemas dengan kemasan plastik polipropilen, aluminium foil dan kombinasi (PE-aluminium foil), kemudian sampel disimpan pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C dengan menggunakan tiga oven untuk setiap suhu penyimpanan berbeda selama 28 hari. Pada setiap suhu penyimpanan dan jenis kemasan, disiapkan sebanyak 24 bungkus dengan berat masing-masing 50 g. Pengamatan terhadap vegetable leather dilakukan setiap minggu sekali selama 28 hari yaitu pada hari ke 0, 7, 14, 21, dan 28. Pengamatan dilakukan terhadap kadar air (AOAC, 2019), kadar protein (AOAC, 2019), vitamin C metode titrasi 2,6-Dichlorophenolindophenol (Vahid, 2012), analisis warna (color reader) dan sensori (warna, aroma dan tekstur) vegetable leather. Diagram alir proses pembuatan, penyimpanan dan pengamatan vegetable leather dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir pembuatan, penyimpanan dan pengamatan vegetable leather
Sumber : Brilian dkk. (2023); Hariyadi (2019)

3.4.3. Analisis dan pendugaan umur simpan vegetable leather daun beluntas

3.4.3.1. Kadar air vegetable leather daun beluntas

Prosedur analisa kadar air vegetable leather daun beluntas mengacu pada analisa kadar air (AOAC, 2019). Prinsip analisis kadar air adalah mengetahui kandungan atau jumlah air yang terdapat dalam suatu bahan. Tahap pertama yang dilakukan pada analisis kadar air adalah mengeringkan cawan porselin dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Cawan tersebut kemudian diletakkan ke dalam desikator (±15 menit) dan dibiarkan sampai dingin kemudian ditimbang. Sampel seberat 1 g ditimbang setelah terlebih dahulu digerus. Cawan yang telah diisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 102-105°C selama 5-6 jam. Cawan kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan dibiarkan sampai dingin (30 menit) kemudian ditimbang. Perhitungan kadar air pada vegetable leather dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A : Berat cawan + sampel sebelum pengeringan (g)

B : Berat cawan + sampel setelah pengeringan (g)

C : Berat sampel (g)

3.4.3.2. Kadar protein vegetable leather daun beluntas

Analisis kadar protein vegetable leather dilakukan menggunakan metode mikro Kjeldahl (AOAC, 2019) yaitu oksidasi bahan-bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia oleh asam sulfat, selanjutnya amonia bereaksi dengan kelebihan asam membentuk ammonium sulfat. Amonium sulfat yang terbentuk diuraikan dan larutan dijadikan basa dengan NaOH. Amonia yang diuapkan akan diikat dengan asam borat. Nitrogen yang terkandung dalam larutan ditentukan jumlahnya dengan titrasi menggunakan larutan baku asam.

Prosedur analisis kadar protein yaitu sampel ditimbang sebanyak 0,1-0,5 g, dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml, kemudian ditambahkan 50 mg HgO, 2 mg K_2SO_4 dan 2 ml H_2SO_4, batu didih, dan di didihkan selama 1,5 jam sampai cairan menjadi jernih. Setelah itu larutan didinginkan dan diencerkan dengan aquades. Sampel didestilasi dengan penambahan 8-10 ml larutan NaOH-$Na_2S_2O_3$ (dibuat dengan campuran: 50 g NaOH + 50 ml H_2O + 12.5 $Na_2S_2O_3 5H_2O$). Hasil destilasi ditampung dalam Erlemeyer yang telah berisi 5 ml H_3BO_3 dan 2-4 tetes indikator PP (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian metil biru 0,2% dalam alkohol). Destilat yang diperoleh kemudian dititrasi dengan larutan HCL 0,02 N sampai terjadi perubahan warna dari hijau menjadi abu-abu. Hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Hasil yang diperoleh adalah total N, yang kemudian dinyatakan dalam faktor konversi 6,25.

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{(V_A - V_B)\ \text{HCL x N HCL x 14,007 x 6,25}}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

V_A : ml HCl untuk titrasi sampel

V_B : ml HCl untuk titrasi blanko

N : normalitas HCl standar yang digunakan 14,007; faktor koreksi 6,25

W : berat sampel (g)

3.4.3.3. Kadar vitamin C vegetable leather daun beluntas

Prosedur analisa vitamin C vegetable leather daun beluntas menggunakan metode Titrasi 2, 6 –Dichlorophenolindophenol yang mengacu pada analisa vitamin C metode titrasi menggunakan larutan 2, 6 –Dichlorophenolindophenol (Vahid, 2012). Tahap pertama adalah preparasi sampel. Sejumlah sampel ditimbang dipotong dan diperas (jika berair). Kemudian dicampur dengan asam asetat 3% (v/v) hingga volume total 90 ml sambil diaduk selama 10 menit. Setelah itu, campuran larutan tersebut dan pulp disentrifugasi untuk memisahkan satu sama lain. Ekstrak cair dipindahkan ke labu takar dan volumenya dibuat hingga 100 mL dengan larutan asam asetat 3% (v/v).

Selanjutnya dilakukan proses pembuatan larutan DCPIP (Titran) dengan mencampur 200 mg DCPIP, 106 mg K_2HPO_4 dan 90 mg NaH_2PO_4 dilarutkan dalam 1000 ml air aquadest. Larutan ini stabil selama 30 hari, dan dikalibrasi dengan larutan standar AA sebelum digunakan untuk titrasi. Untuk larutan standar AA diperoleh setiap mL larutan DCPIP setara dengan 0,093 mg AA. Proses titrasi dilakukan dengan memindahkan 10 ml larutan bahan ke dalam erlenmeyer. Jika volume larutan kurang dari 10 ml, ditambahkan asam asetat 3% (v/v) hingga volume total 10 ml, kemudian dititrasi dengan larutan DCPIP yang telah dikalibrasi hingga titik ekivalen. Prosedur di atas diulang empat kali untuk setiap sampel. Jumlah vitamin C (mg) dapat dihitung dalam 100 g sampel menggunakan persamaan :

$$\frac{v \times m \times 10000}{V \times M}$$

Keterangan :

v : volume DCPIP yang digunakan (mL)

m : jumlah equivalent DCPIP (1 mL) berdasarkan AA (mg) = 0,093

V : volume ekstrak yang dititrasi (mL)

M : berat sampel (g)

3.4.3.4. Analisa warna vegetable leather daun beluntas

Warna ditentukan menggunakan color reader (CNS10) dan dinyatakan dalam nilai Lightness (L), redness (a), dan yellowness (b). Warna L* menunjukkan warna kecerahan yang bernilai 0 hingga 100, a* menunjukkan warna hijau-merah, dan b* menunjukkan warna biru-kuning (Akbar dkk., 2017). Prinsip kerja color reader adalah sistem pemaparan warna dengan menggunakan sistemCIE dengan tiga reseptor warna yaitu L, a, b Hunter. Lambang L menunjukkan tingkat kecerahan berdasarkan warna putih, lambang a menunjukkan kemerahan atau kehijauan, dan lambang b menunjukkan kekuningan atau kebiruan. Tahap pertama pada proses analisa warna menggunakan color reader adalah menyiapkan sampel yang akan dianalisis. Kemudian alat dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Reseptor ditempelkan pada sampel, yang akan diuji intensitas warnanya,

kemudian tombol pengujian ditekan sampai berbunyi atau lampu menyala dan akan muncul hasil pengujian nilai L*, a* dan b* dalam bentuk angka. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada satu sampel ditempat yang berbeda-beda kemudian hasilnya dirata-rata. Nilai L*, a* dan b* yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan *browning idex* (BI) dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Browning index (BI)} = [100\ (x - 0.31)] / 0.17$$

$$\text{Dimana } x = (a^* + 1.75L^*) / (5.645L^* + a^* - 0.3012b^*)$$

3.4.3.5. Uji sensori vegetable leather daun beluntas

Penilaian uji sensori produk vegetable leather dilakukan dengan uji skoring dan uji hedonik. Uji skoring bertujuan untuk memberikan skor terhadap karakteristik mutu vegetable leather. Panelis diminta memberikan nilai sesuai dengan penilaian terhadap atribut sensori yaitu tekstur dan warna vegetable leather. Panelis yang digunakan panelis semi terlatih yaitu mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah mengikuti mata kuliah uji sensori. Panelis yang digunakan sebanyak 20 orang. Pengujian aroma vegetable leather menggunakan metode uji hedonik yang dilaksanakan terpisah dengan uji skoring. Panelis yang melakukan uji hedonik adalah panelis tidak terlatih mahasiswa jurusan Teknologi Hasil Pertanian sebanyak 30 orang. Sampel yang sudah diberi kode disajikan secara acak kepada panelis, kemudian panelis diminta untuk memberikan nilai menurut parameter yang tertera. Uji skoring dan uji hedonik menggunakan 5 tingkat skor, dimana batas skor kritis penerimaan panelis terhadap produk berada pada skor 3. Batas agak tidak suka merupakan batas awal produk mulai tidak diterima oleh konsumen.

Pengamatan sensori vegetable leather disajikan dalam bentuk kuesioner. Cara uji sensori vegetable leather yaitu panelis diminta untuk mengevaluasi sampel sebanyak 2 g yang dikemas pada kemasan berbeda (plastik polipropilen, aluminium foil dan kemasan kombinasi serta suhu penyimpanan 30°C, 35°C, dan 40°C) yaitu warna, aroma, dan tekstur kemudian panelis menilai sampel yang

disajikan pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 serta membandingkannya dengan kontrol. Kontrol merupakan vegetable leather yang tidak mengalami perlakuan penyimpanan dan proses pembuatannya dilakukan sehari sebelum vegetable leather diuji warna, aroma, dan teksturnya. Lembar kuesioner uji skoring dapat dilihat pada Tabel 4 dan kusioner uji hedonik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Kuisioner uji skoring vegetable leather

UJI SKORING

Produk : Vegetable leather
Nama panelis : Tanggal :

Di hadapan anda disajikan sampel vegetable leather daun beluntas. Amati tekstur, warna, dan aroma dengan cara mengamati sampel satu persatu dan bandingkan dengan kontrol. Gunakan skala yang tersedia untuk menunjukkan penilaian anda terhadap masing-masing parameter sampel.

Parameter	Kode Sampel									
	K	108	373	589	140	689	848	179	711	907
Tekstur										
Warna										

Keterangan :

Tekstur
Sangat kompak (plastis, tidak mudah hancur/sama dengan kontrol) : 5
Kompak (plastis, sedikit mudah hancur) : 4
Agak kompak (agak plastis dan mudah hancur) : 3
Tidak kompak (tidak plastis dan mudah hancur) : 2
Sangat tidak kompak (sangat tidak plastis dan sangat mudah hancur) : 1

Warna
Hijau sangat pekat (warna hijau sama dengan kontrol) : 5
Hijau pekat (warna hijau mulai memudar dan warna kecoklatan sangat sedikit terlihat) : 4
Hijau agak pekat (warna hijau agak memudar dan warna kecoklatan mulai terlihat agak jelas) : 3
Hijau (warna hijau memudar dan warna kecoklatan terlihat jelas) : 2
Hijau muda (warna hijau sangat memudar dan warna kecoklatan sangat terlihat jelas : 1

Catatan : plastis artinya mudah dibentuk dan tidak mudah patah/sobek saat digulung

Tabel 5. Lembar kuisioner uji hedonik vegetable leather

UJI HEDONIK

Produk : Vegetable leather Tanggal : .....
Nama panelis : .....

Di hadapan anda disajikan sampel vegetable leather yang diberi kode acak. Anda diminta untuk menilai aroma dengan skor dari 1 sampai 5 sesuai keterangan terlampir.

Parameter	Kode Sampel									
	K	108	373	589	140	689	848	179	711	907
Aroma										

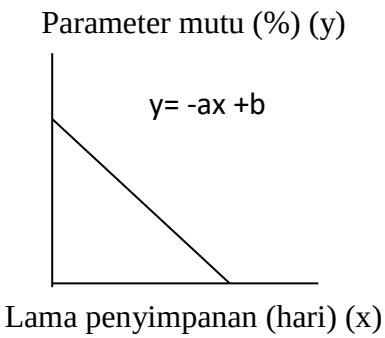
Keterangan :
Aroma
Sangat Suka : 5
Suka : 4
Agak Suka : 3
Tidak Suka : 2
Sangat Tidak Suka : 1

3.5. Pendugaan Umur Simpan Vegetable Leather Daun Beluntas

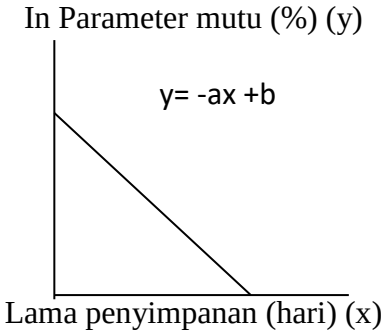
Setelah diperoleh data kadar air, kadar protein, vitamin C, uji warna (L*, a* b* dan BI) serta uji sensori (warna, aroma dan tekstur), data dianalisis lebih lanjut untuk menentukan umur simpan vegetable leather. Metode pendugaan umur simpan yang digunakan yaitu metode ASLT (penyimpanan dipercepat) dengan metode Arrhenius (kinetika reaksi). Analisis penentuan umur simpan vegetable leather dengan menggunakan simulasi metode akselerasi model Arrhenius dengan menggunakan Microsoft Excell 2010 Program Line dan Scatter. Simulasi menggunakan rumus perhitungan berdasarkan model terpilih selanjutnya dirancang dalam bahasa pemograman. Program secara umum terdiri atas lima bagian utama yaitu : 1). Pemilihan jenis produk, 2). Pengumpulan data-data produk, 3). Perhitungan parameter mutu uji, 4). Perhitungan slope kurva persamaan linier, 5). Penentuan umur simpan (Kusnandar dkk., 2010).

Prosedur perhitungan umur simpan vegetable leather dengan metode ASLT yaitu sebagai berikut :

1. Membuat grafik regresi linear dari data hasil pengamatan parameter mutu (kadar air, kadar protein, vitamin C, dan uji sensori meliputi warna, aroma dan tekstur vegetable leather) serta analisis warna yang diperoleh dari tiga jenis kemasan berbeda dan suhu 30°C, 35°C, serta 40°C dengan lama penyimpanan (28 hari). Caranya yaitu dengan memplotkan data hasil parameter mutu pada sumbu y dan lama penyimpanan pada sumbu x. Berikut regresi linear dan persamaan garis parameter mutu selama penyimpanan seperti disajikan pada Gambar 4 (ordo nol) dan Gambar 5 (ordo satu).



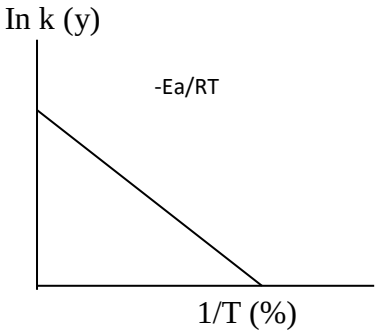
Gambar 4. Grafik regresi linear parameter mutu vegetable leather pada kemasan polipropilen / aluminium foil / kombinasi (PE-aluminium foil) (ordo nol)



Gambar 5. Grafik regresi linear parameter mutu vegetable leather pada kemasan polipropilen / aluminium foil / kombinasi (PE-aluminium foil) (ordo satu)

Dari gambar tersebut akan didapatkan nilai slope (k), intercept (b/konstanta), dan koefisien korelasi (R^2), dimana nilai k pada ketiga suhu penyimpanan tersebut kemudian diterapkan pada persamaan Arrhenius.

2. Nilai k yang diperoleh kemudian diubah ke dalam nilai ln k, kemudian nilai ln k diplotkan sebagai koordinat y (ordinat) dan 1/T diplotkan pada koordinat x. 1/T merupakan satuan suhu dalam derajat Kelvin. Hubungan antara nilai regresi linear dari ln k dan 1/T pada kemasan polipropilen dapat dilihat dalam Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan antara nilai 1/T dengan ln k dalam persamaan Arrhenius

3. Nilai slope dari persamaan garis lurus tersebut merupakan nilai –Ea/R dalam persamaan Arrhenius dan interceptnya berupa nilai k_0. Sebelumnya nilai interceptnya diubah dalam bentuk ln intercept (b/konstanta). Nilai umur simpan yang kemudian dikonversi pada keadaan suhu ruang (25°C) untuk menunjukkan umur simpan produk yang sebenarnya.

4. Setelah diperoleh nilai ln intercept dan –Ea/R, kemudian dimasukkan ke dalam rumus :

$$k = k_0 \cdot e^{-Ea/RT}$$

keterangan:

k = konstanta penurunan mutu sampel

k_0 = konstanta (faktor frekuensi yang tidak bergantung pada suhu)

E_a = energi aktivasi (Kal/mol)

T = suhu mutlak (°K = C + 273)

R = konstanta gas (1.986 Kal/mol K)

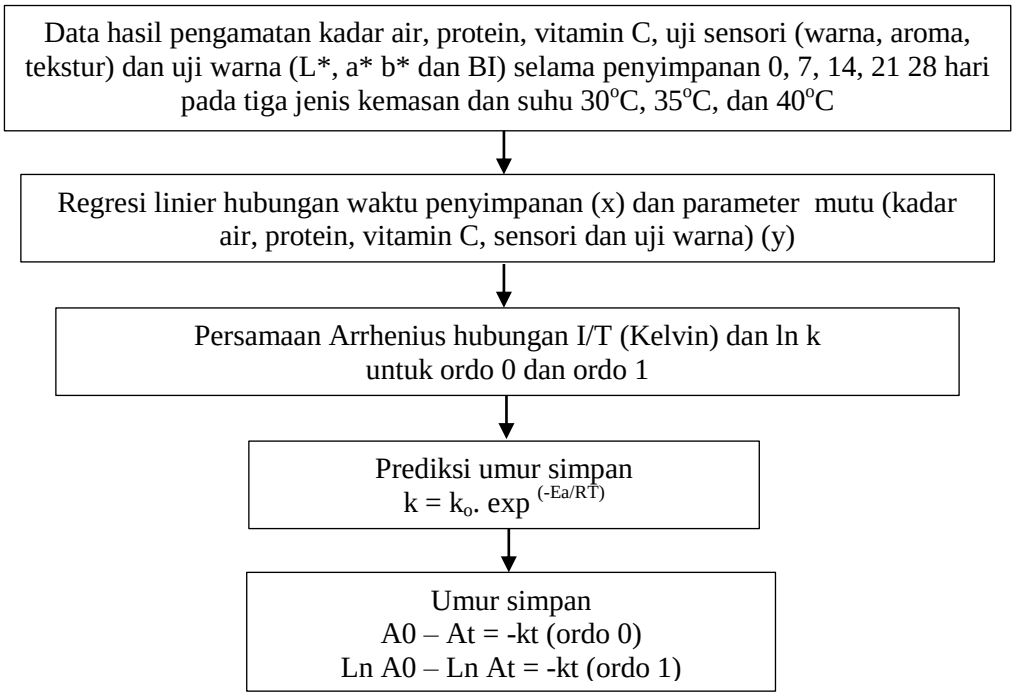
Berdasarkan perhitungan dengan rumus tersebut, diperoleh nilai *k*. Nilai *k* selanjutnya digunakan untuk menentukan umur simpan produk yang dapat dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

Ordo 0	atau	Ordo 1
$t = (A_t - A_o)/k$		$t = (\ln A_o / \ln A_t)/k$

Keterangan :

t = prediksi umur simpan (hari)
A0 = kadar air awal (%)
At = kadar air kritis (%)
k = konstanta penurunan mutu (% per hari)

5. Hasil perhitungan yang didapat kemudian dilihat masa simpan terlama vegetable leather. Parameter mutu dengan nilai koefisien korelasi terbesar (R^2) atau mendekati satu dipilih untuk menjadi umur simpan produk vegetable leather dalam kemasan polipropilen, aluminium foil dan kombinasi (PE-aluminium foil). Diagram alir pendugaan umur simpan vegetable leather dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir pendugaan umur simpan vegetable leather
Sumber : Kusnandar dkk. (2010)

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Umur simpan vegetable leather daun beluntas dan rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan perbandingan 30%:70% menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) model Arrhenius ditetapkan berdasarkan parameter warna ordo 1 pada suhu 30^0C. Umur simpan vegetable leather daun beluntas dan rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan perbandingan 30%:70% dalam kemasan aluminium foil ketebalan 0,06 mm selama 179,53 hari (5 bulan, 27 hari) dengan permeabilitas terhadap uap air dan gas O_2 sebesar 0,1428 g/m^2/24jam dan 0,7767 g/m^2/24jam. Kemasan kombinasi (aluminium foil-polietilen) pada ketebalan masing-masing 0,06 mm dan 0,03 mm selama 44,20 hari (1 bulan, 13 hari) dengan permeabilitas terhadap uap air dan gas O_2 sebesar 1,3772 g/m^2/24jam dan 3,9518 g/m^2/24jam. Kemasan polipropilen (PP) ketebalan 0,07 mm selama 35,94 hari (1 bulan, 4 hari) dengan permeabilitas terhadap uap air dan gas O_2 sebesar 2,321-4,642 g/m^2/24jam dan 4,936-9,869 g/m^2/24jam.

5.2. Saran

Perlu dikaji pendugaan umur simpan vegetable leather daun beluntas menggunakan kemasan aluminium foil dengan ketebalan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Adi, D.K., Parnanto, N.H.R., dan Ishartani, D. 2016. Pendugaan umur simpan dan aktivitas antioksidan manisan kering pare belut (*Trichosanthes anguina L.*) sebagai camilan sehat dengan pemanis sorbitol. *Jurnal Teknosains Pangan*. 5(2): 9-18.

Akbar, Y.M., Masithoh, R.E. dan Khuriyat, N. 2017. Aplikasi analisis multivariat berdasarkan warna untuk memprediksi brix dan pH pada pisang. *Agritech*. 37(1): 108-114.

Ambarsari, I., Qanytah, dan Sarjana. 2013. Perubahan aktivitas antioksidan pada bawang putih selama pengolahan dan penyimpanan. *Buletin Teknologi Pasca Panen Pertanian*. 9(2): 64-73.

Anggadiredja, T.J., Zatnika, A., Purwoto H., dan Istini, S. 2011. *Rumput Laut.* Penebar Swadaya. Jakarta.

Association of Official Analitycal Chemist (AOAC). 2019. *Official Methods of Analysis.* Washington DC. USA. 49 halaman.

Ariadianti, A.T.R., Atmaka, W., dan Siswanto, S. 2016. Formulasi dan penentuan umur simpan fruit leather mangga (*Manginefera indica L.*) dengan penambahan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing *Model Arrhenius*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 16(3): 179-194.

Arif, S., Wijana, S., dan Mulyadi, A.F. 2016. Pendugaan umur simpan minuman sari buah sirsak (*Annona muricata* L.) berdasarkan parameter kerusakan fisik dan kimia dengan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 4(2): 89-96.

Astuti, S., Setyani, S., dan Saputri, R. 2017. Pendugaan umur simpan bahan makanan campuran (BMC) dari tepung sukun (*Artocarpus communis*) dan tepung kacang benguk (*Mucuna pruriens* L.) germinasi pada kemasan alumunium foil dengan Metode Akselerasi. *In Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*. ISBN 978-602-70530-6-9: 150-160.

Baron, P.C., Kjaesgrad, I.V.H., Jessen, F., and Jacobsen, C. 2007. Protein and lipid oxidation during frozen storage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 8118-8125.

Bastarrachea, L., Dhawan, S., dan Sablani, S.S. 2011. Engineering properties of polymeric-based antimicrobial films for food packaging: a review. *Food Engineering Reviews*. 3(2): 79-93.

Bernaldo de Quirós, A.R., Cardama, A.L., Sendón, R., and Ibarra, V.G. 2019. *Food Contamination by Packaging: Migration of Chemicals from Food Contact Materials*. Walter de Gruyter GmbH. Berlin. 1000 halaman.

Brilian, C.A., Astuti, S., Hidayati, S., dan Nurainy, F. 2023. Vegetable leather pada berbagai perbandingan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan daun beluntas (*Pluchea indica L.*): evaluasi sifat sensori dan fisik. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*. 28(1): 9-17.

Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., dan Wootton, M. 2010. *Ilmu Pangan*. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. UI Press. Jakarta. Hal: 7-9.

Comunian, T.A., Edneli, S., Marcelo, T., Julio, C.C., Pierpaolo, P., Paola, P., and Carmen, S. 2011. Assessment of production efficiency, physicochemical properties and storage stability of spray-dried chlorophyllide, a natural food colourant, using gum arabic, maltodextrin and soy protein isolate-based carrier systems. *International Journal of Food Science Technology*. 46: 1259-1265.

Darniadi, S., Rachmat, R., Luna, P., Purwani, W., dan Sandrasari, D.A. 2020. Penentuan umur simpan menggunakan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) pada bubuk minuman instan stroberi *foam-mat drying*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.* 9(4): 151-157.

Desrosier, N.W. 2008. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Diterjemahkan oleh Muljohardjo. UI Press. Jakarta.

Diharmi, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., dan Heruwati, E.S. 2011. Karakteristik karagenan hasil isolasi *E. spinodum* (alga merah) dari perairan Semenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.* 16(1): 117-124.

Djaeni, M., Prasetyaningrum, A., dan Mahayana, A. 2012. Pengeringan karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* pada spray dryer menggunakan udara yang didehumidifikasi dengan zeolit alam tinjauan: kualitas produk dan efisiensi energi. *Momentum*. 8(2): 28- 34.

Donowarti, I. dan Diah, F.D. 2020. Pengamatan hasil olahan daun beluntas (*Pluchea indica L.*) terhadap sifat fisika dan kimianya. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*. 11(2): 118-134.

El-Ishaq, A. and Obirinakem, S. 2015. Effect of temperature and storage on vitamin C content in fruits juice. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science, Chemistry/Biochemistry Unit, Federal Polytechnic, Damaturu Nigeria*. 1(2): 17-21

Fajar, A., Ibrahim, R., dan Dewi, E.N. 2014. Stabilitas ekstrak kasar pigmen klorofil, beta karoten, dan caulerpin alga hijau (*Caulerpa racemosa*) pada suhu penyimpanan yang berbeda. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 3(1): 1-10.

Fatimatuzzahra, N., Fitriana R., Nourmalita, S., Adam, D., dan Siti, I.O. 2016. Efek antikariogenik ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica*) sebagai penghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* penyebab karies gigi. *Jurnal Sain Veteriner.* 32(4):182-193.

Fitria, D.W., Yuliantini, E., Rizal, A., Simanjuntak, B.Y., dan Pravita, A. 2021. Pengaruh umur simpan cookies pelangi ikan gaguk (*Arius Thalassinus*) terhadap perubahan kadar protein, lemak, kalsium dan air. *Ilmu Gizi Indonesia.* 5(1): 27-36.

Fulchand, C.R., Gunvantro, J.V., and Pralhad, I.M. 2015. Studies on effect of drying temperature and storage time on vitamin-C retention capacity and moisture content of papaya-apple fruit leather. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 34(4): 319-323.

Furqon, A., Maflahah, I., dan Rahman, A. 2016. Pengaruh jenis pengemas dan lama penyimpanan terhadap mutu produk nugget gembus. *Agrointek.* 10(2): 70-75.

Guenther, E. 2006. *Minyak Atsiri* (Jilid I). Diterjemahkan oleh S. Ketaren. UI-Pess. Jakarta.

Gunasoraya. 2011. Penentuan Umur Simpan Produk Terkemas. *http://gunasoraya.blogspot.com/2011/01/alpukat-persea-americana.html.* Diakses 30 Juni 2022.

Hamzah, F. dan Sribudiani, E. 2010. Mutu manisan kering buah naga (*Hylocereus polyhizus*). *Jurnal Sagu*. 9 (1): 15-20.

Handayani, L. 2014. Indeks glikemik dan beban glikemik vegetable leather brokoli (*Brassica oleracea Var. Italica)* dengan substitusi inulin. *Journal of Nutrition College*. 3(4):783-790.

Hariyadi, P. 2019. *Masa Simpan dan Batas Kadaluwarsa Produk Pangan : Pendugaan, Pengelolaan dan Penandaannya*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal: 18-27.

Hasany, M.R., Afrianto, E., dan Pratama, R.I. 2017. Pendugaan umur simpan menggunakan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model arrhenius pada fruit nori. *Jurnal Perikanan Kelautan.* 8(1): 48-55.

Hawkins, C.L. and Davies, M.J. 2019. Detection, identification, and quantification of oxidative protein modifications. *Journal of Biological Chemistry*. 294(51): 19683-19708.

Hendrawan, Y., Muhamad, A.N., Yusuf , W., dan Sandra, M.S. 2019. Pengaruh konsentrasi karagenan dan rasio daging wortel: air terhadap sifat fisikokimia vegetable leather wortel (*Daucus carota* L.). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7(2):161- 171.

Herbig, A.L. and Renard, M.G.C. 2017. Factors that impact the stability of vitamin C at intermediate temperatures in a food matrix. *Food Chemistry*. 220(1): 444– 451.

Hidayati, S., Sartika, D., Suharyono, S., dan Sutoyo, S. 2021. Pendugaan umur simpan coklat instan kemasan plastik polipropilen menggunakan pendekatan model Arrhenius. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 26(1): 1-10.

Hidayat, R., Suparmi, S., dan Dahlia, D. 2018. Pengaruh jenis kemasan berbeda terhadap mutu fish chips baby ikan mas (*Cyprinus carpio*) selama penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 5(2): 1-11.

Hörtensteiner, S. and Kräutler, B. 2011. Chlorophyll breakdown in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta-Bioenergetics*. 1.807(8): 977–988.

Hunterlab. 2012. Hunter L, a, b, vs CIE L*, a*, b* : Measuring Color Using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*, a*, b*. Hunter Associates Laboratory Inc. *Http://www.hunterlab.com*. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2022.

Ibrahim, S.R.M., Abdallah, H.M., Elhalawany, A.M., and Mohamed, G.A. 2016. Naturally occurring thiophenes: isolation, purification, structural elucidation, and evaluation of bioactivities. *Phytochemistry Reviews*. 15:197-220.

Ijayanti, N., Listiani, 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.

Indraswati, D. 2017. *Pengemasan Makanan*. Forum Ilmiah Kesehatan. Ponorogo. Hal:24.

Kusnandar, F., Adawiyah, D.R., dan Fitria, M. 2010. Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 21(2): 117-122.

Listanti, R. dan Ediati, R. 2018. Pendugaan umur simpan gula kelapa kristal menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing dengan berbagai jenis kemasan. *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers: Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan.* 8(1): 233-244.

Liu, Y., Liu, K., and Zhao, Y. 2022. Effect of storage conditions on the protein composition and structure of peanuts. *ACS omega*. 7(25): 21694-21700.

Liviawaty, E., Namira, S., and Afrianto, E. 2021. Shelf life of nori from *Gracilaria Sp*. with aluminium foil packaging based on the Accelerated Shelf Life Test method. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*. 2(1): 1-10.

Manu, R.R.S. 2013. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun beluntas (*Pluchea indica L.*) terhadap *Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Calyptra*. 2(1): 1-10.

Mareta, D.T. dan Nur, S.A. 2011. Pengemasan produk sayuran dengan bahan kemas plastik pada penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin. *Mediagro*. 7(1):26-40.

Marsvia, S.A., Liviawaty, E., Rochima, E., and Afrianto, E. 2020. Shelf life of nori from *Eucheuma cottonii* with aluminum foil packaging based on the Accelerated Shelf Life Test method. *Asian Journal of* Fish*eries and Aquatic Research*. 10(3): 7-15.

Marzelly, A.D., Lindriati, T., dan Yuwanti, S. 2018. Karakteristik fisik, kimia, dan sensoris fruit leather pisang ambon (*Musa paradisiaca S.*) dengan penambahan gula dan karagenan. *Jurnal Agroteknologi*. 11(02): 172-185.

Muta'ali, R. dan Purwani, K.I. 2015. Pengaruh ekstrak daun beluntas *(Pluchea indica)* terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Spodoptera litura F*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 4(2): 55-58.

Nanggiang, D., Sumartini, dan Gozali, T. 2016. Pengaruh perbandingan bubur rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan bubur sawi *(Brassica juncea*) dan konsentrasi ekstrak daun suji terhadap karakteristik mix vegetable leather panggang. *Jurnal Penelitian Tugas Akhir*. Universitas Pasundan. Bandung. Hal 1-17.

Negara, J.K., Sio, A.K., Rifkhan, R., Arifin, M., Oktaviana, A.Y., Wihansah, R.R.S., dan Yusuf, M. 2016. Aspek mikrobiologis, serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 4(2): 286-290

Nugraheni, M. 2018. *Kemasan Pangan*. Plantaxia. Yogyakarta. 178 halaman.

Peranginangin, Sinurat, R.E., dan Darmawan, M. 2014. *Memproduksi Karaginan dari Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta. 76 halaman.

Prangdimurti, E., Herawati, D., dan Briantoto, R.D. 2014. Perubahan mutu fisik dan mikrobiologi gel cincau hijau kemasan selama penyimpanan. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*. 1(2): 118-123.

Pratama, D., Liviawaty, E., Junianto dan Rostini, I. 2021. Umur simpan nori dari *Delidium sp.* dan *Eucheuma cottonii* dengan kemasan aluminium foil berdasarkan metode Accelerated Shelf Life Test. *Jurnal Akuatek.* 2(2): 148-158.

Pumilia, G., Cichon, M.J., Cooperstone, J.L., Giuffrida, D., Dugo, G., and Schwartz, S.J. 2014. Changes in chlorophylls, chlorophyll degradation products and lutein in pistachio kernels (*Pistacia vera L.*) during roasting. *Food Research International*. 65: 193–198.

Puspita, C.R., Rangga, A., dan Sartika, D. 2016. Kajian lama simpan keripik pisang kepok putih (*Musa acuminate sp.*) berdasarkan tingkat aroma, rasa dan kerenyahan organoleptik dalam berbagai jenis kemasan dengan model pendekatan arrhenius. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*. 4(03): 278-292.

Rahayuningsih, E., Pamungkas, M.S., Olvianas, M., and Putera, A.D.P. 2018. Chlorophyll extraction from suji leaf (*Pleomele angustifolia Roxb.*) with $ZnCl_2$ stabilizer. *Journal of Food Science and Technology*. 55(3): 1.028–1.036.

Rahmanto, S.A., Parnanto, N.H.R., dan Nursiwi, A. 2014. Pendugaan umur simpan fruit leather nangka (*Arrtocarpus heterophyllus*) dengan penambahan gum arab menggunakan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model Arrhenius. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(3): 35-43.

Reynaldy, M.P. 2010. Pendugaan Umur Simpan Keripik Wortel (*Daucus carota* L.) dalam Kemasan Aluminium Foil dengan Metode Akselerasi. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 88 hlm.

Risnayanti, R., Sabang, S.M., dan Ratman, R. 2015. Analisis perbedaan kadar vitamin C buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan buah naga putih (*Hylocereus undatus*) yang tumbuh di Desa Kolono Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Akademika Kimia*. 4(2): 91-96.

Riyadi, N.H., Ishartani, D., dan Purbasari, R. 2015. Mengangkat potensi pare (*Momordica charantia*) menjadi produk pangan olahan sebagai upaya diversifikasi. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(5): 1167-1172.

Rizkianiputri, D., Atmaka, W., dan Sari, A. M. 2016. Pendugaan umur simpan fruit leather apel manalagi (*Malus sylvestris*) menggunakan metode ASLT (Accelerated Shelf Life Test) dengan Model Arrhenius. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 9(2): 40-50.

Rodiyanti, Ginting, S., dan Yusraini, E. 2017. Pengaruh perbandingan bubur mentimun dengan bubur brokoli dan persentase gum arab terhadap mutu vegetable leather. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian.* 5(4): 660-664.

Rosalina, Y. dan Evanila, S. 2015. Kajian perubahan mutu selama penyimpanan dan pendugaan umur simpan keripik ikan beledang dalam kemasan polypropylene rigid. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 7(1):1-2.

Ruiz, N.A.Q., Demarchi, S.M., Massolo, J.F., Rodoni, L.M., and Giner, S.A. 2012. Evaluation of quality during storage of apple leather. *LWT - Food Science and Technology*. 47(2): 485-492.

Rukmiasih. 2011. Penurunan Bau Amis (*Off-Odor*) Daging Itik Lokal dengan Pemberian Daun Beluntas (*Pluchea indica L.*) dalam Pakan dan Dampaknya terhadap Performa. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 166 halaman.

Saffan, S.E.S. and El-Mousallamy, A.M.D. 2008. Allelopathic effect of *Acacia raddiana* leaf extract on the phytochemical contents of germinated *Lupinus termis* Seeds. *Journal of Applied Sciences Research*. 4(3): 270-277.

Salim, M. dan Triana, L. 2017. Pengaruh variasi waktu simpan terhadap kadar protein pada ikan tongkol. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*. 1(1): 1-7.

Sarastuti, M. dan Sudarminta, Y.S. 2015. Pengaruh pengovenan dan pemanasan terhadap sifat-sifat bumbu rujak cingur instan selama penyimpanan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 464-475.

Sembiring, B.S. dan Hidayat, T. 2012. Perubahan mutu lada hijau kering selama penyimpanan pada tiga macam kemasan dan tingkatan suhu. *Jurnal Littri*. 18(3):115-124.

Sharman, S.K. and Goyal, N. 2011. Biological studies of the plants from genus *Pluchea*. *Annals of Biological Research*. 2 (3):25-34.

Sibarani, V.R., Pemsi, M.W., dan Henoch A. 2013. Uji efek analgesik ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica Less*.) pada mencit *(Mus musculus*). *Jurnal e-Biomedik (eBM*). 1(1):621-628.

Sucipta, N., Ketut, S., dan Pande K.D.K. 2017. *Pengemasan Pangan : Kajian Pengemasan yang Aman, Nyaman, Efektif dan Efisien*. Udayana University Press. Bali. 178 halaman.

Suwita, I.K., Kristianto, Y., dan Purwaningsih, F.Y. 2013. Pendugaan umur simpan sirup temulawak (*Curcuma xanthorrhiza roxb*), madu dan ekstrak ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dengan model Arrhenius dan model Q10. *Jurnal Agromix*. 2(2):18-35.

Swadana, A.W. dan Yuwono, S.S. 2014. Pendugaan umur simpan minuman berperisa apel menggunakan metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 203-213.

Syah, D. 2012. *Pengantar Teknologi Pangan*. IPB Press. Bogor. 568 halaman.

Techiamuti, N. dan Pratiwi, R. 2018. Metode analisis kadar vitamin C. *Farmaka*. 16(2): 309-315.

Vahid, B. 2012. Titrimetric determination of ascorbic acid contents in plant samples by 2, 6-dichlorophenolindophenol method. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*. 34(6): 1510-1512.

Wanita, D., Rusmini, Finna, A., dan Fidelia, Y.A. 2018. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun beluntas (*Pluchea indica* L.) dengan metode DPPH (2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil). *Indonesian Chemistry And Application Journal.* 2(2):25-28.

Widyawati, P.S., Wijaya, C.H., Hardjosworo, P.S., dan Sajuthi, D. 2011. Evaluasi aktivitas antioksidatif ekstrak daun beluntas *(Pluchea indica)* berdasarkan perbedaan ruas daun. *Rekapangan Jurnal Teknologi Pangan*. 5(1):1-14.

Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Yimcharoen, M., Kittikunnathum, S., Suknikorn, C., Nak-On, W., Yeethong, P., Anthony, T.G., and Bunpo, P. 2019. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 16(1): 1–9.

Zambrano-Zaragoza, M.L., Mercado-Silva, E., Gutiérrez-Cortez, E., Cornejo-Villegas, M. A., and Quintanar-Guerrero, D. 2014. The effect of nano-coatings with α-tocopherol and xanthan gum on shelf-life and browning index of fresh-cut “Red Delicious” apples. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 22: 188-196.