**PENDUGAAN UMUR SIMPAN KERIPIK TEMPE YANG DIKEMAS DENGAN BERBAGAI JENIS KEMASAN DAN DISIMPAN PADA SUHU PENYIMPANAN BERBEDA**

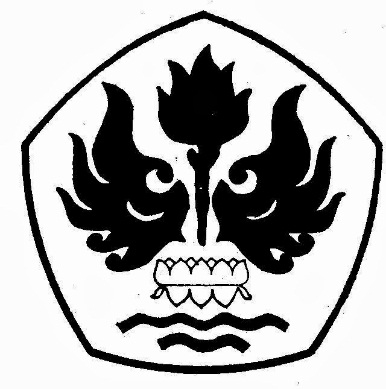
**TUGAS AKHIR**

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Sidang Sarjana Jurusan Teknologi Pangan*

**Oleh:**

**Arrum Irviansari Putri**

**12.302.0204**

****

**JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN KERIPIK TEMPE YANG DIKEMAS DENGAN BERBAGAI JENIS KEMASAN DAN DISIMPAN PADA SUHU PENYIMPANAN BERBEDA**

**Oleh :**

**Arrum Irviansari Putri**

**12.302.0204**

**Menyetujui,**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Pembimbing Utama**  **(Ir. Hervelly, MP.)** |  | **Pembimbing Pendamping**  **(Ir. Hj. Ina Siti Nurminabari, MP.)** |
|  |  |  |

**Mengetahui,**

**Koordinator Tugas Akhir**

**(Dra. Ela Turmala Sutrisno, M.Si.)**

# KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, anugerah, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pendugaan Umur Simpan Keripik Tempe yang Dikemas dengan Berbagai Jenis Kemasan dan Disimpan Pada Suhu Penyimpanan Berbeda” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta, kakak, adik, dan keluarga yang selalu memberikan do’a dan dukungan moril maupun material kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Ir. Hervelly, MP., selaku selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan tugas akhir.
3. Ir. Hj. Ina Siti Nurminabari, MP., selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan tugas akhir.
4. Ir. H. Thomas Gozali, MP., selaku dosen penguji yang telah memberikan berbagai saran dan arahan dalam penyusunan tugas akhir.
5. Dra. Ela Turmala Sutrisno, M.Si., selaku koordinator kerja tugas akhir yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penulisan tugas akhir.
6. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Sc., selaku ketua jurusan Teknologi Pangan yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penulisan tugas akhir.
7. Teman mahasiswa Teknologi Pangan angkatan 2012 khususnya teman-teman mahasiswa kelas D yang telah meluangkan waktunya kepada penulis untuk memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan tugas akhir ini hingga selesai.
8. Sahabat-sahabatku Dwi Ayu dan Nurul Fauziah yang selalu memberikan dukungan dan bantuannya selama kuliah hingga penyusunan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi penulis dan bagi yang membacanya. Aamiin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Bandung, November 2016

Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman

[KATA PENGANTAR i](#_Toc468307831)

[DAFTAR ISI iii](#_Toc468307832)

[DAFTAR TABEL v](#_Toc468307833)

[DAFTAR GAMBAR x](#_Toc468307834)

[DAFTAR LAMPIRAN xii](#_Toc468307835)

[INTISARI xiii](#_Toc468307836)

[ABSTRACT xiv](#_Toc468307837)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc468307838)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc468307839)

[1.2 Identifikasi Masalah 4](#_Toc468307840)

[1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian 4](#_Toc468307841)

[1.4 Manfaat Penelitian 5](#_Toc468307842)

[1.5 Kerangka Pemikiran 5](#_Toc468307843)

[1.6 Hipotesis Penelitian 9](#_Toc468307844)

[1.7 Tempat dan Waktu Penelitian 9](#_Toc468307845)

[BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10](#_Toc468307846)

[2.1 Keripik Tempe 10](#_Toc468307848)

[2.2 Kemasan 12](#_Toc468307849)

[2.2.1 Plastik 14](#_Toc468307850)

[2.2.2 Alumunium Foil 19](#_Toc468307851)

[2.3 Metode Pendugaan Umur Simpan 21](#_Toc468307852)

[BAB III METODOLOGI PENELITIAN 27](#_Toc468307853)

[3.1 Bahan dan Alat 27](#_Toc468307855)

[3.1.1 Bahan yang Digunakan 27](#_Toc468307856)

[3.1.2 Alat yang digunakan 27](#_Toc468307857)

[3.2 Metode Penelitian 27](#_Toc468307858)

[3.3 Rancangan Perlakuan 28](#_Toc468307859)

[3.3.1 Rancangan Percobaan 28](#_Toc468307860)

[3.3.2 Rancangan Analisis 31](#_Toc468307861)

[3.3.3 Rancangan Respon 31](#_Toc468307862)

[3.4 Prosedur Penelitian 32](#_Toc468307863)

[BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 35](#_Toc468307864)

[4.1 Kadar Air 35](#_Toc468307866)

[4.2 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) 47](#_Toc468307867)

[4.3 Bilangan Asam Tiobarbiturat (TBA) 57](#_Toc468307868)

[4.4 Uji Hedonik 66](#_Toc468307869)

[4.4.1 Rasa 67](#_Toc468307870)

[4.4.2 Aroma 74](#_Toc468307871)

[4.4.3 Tekstur 82](#_Toc468307872)

[BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 90](#_Toc468307873)

[5.1 Kesimpulan 90](#_Toc468307875)

[5.2 Saran 92](#_Toc468307877)

[DAFTAR PUSTAKA 93](#_Toc468307878)

[LAMPIRAN 98](#_Toc468307879)

# DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

[1. Sifat Permeabilitas dari Beberapa Kemasan 16](#_Toc468306474)

[2. Campuran Alumunium yang Digunakan dalam Pengemasan 20](#_Toc468306475)

[3. Penentuan Suhu Pengujian Umur Simpan Produk 24](#_Toc468306476)

[4. Hasil Analisis Kimia Keripik Tempe 29](#_Toc468306477)

[5. Kriteria Uji Organoleptik Skala Hedonik 32](#_Toc468306478)

[6. Kadar Air Keripik Tempe Selama Penyimpanan 35](#_Toc468306479)

[7. Persamaan Regresi Linear Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan (hari) dengan Kadar Air (%) Keripik Tempe 37](#_Toc468306480)

[8. Nilai Laju Peningkatan Kadar Air (k) Keripik Tempe 41](#_Toc468306481)

[9. Umur Simpan Keripik Tempe Berdasarkan Parameter Kadar Air 42](#_Toc468306482)

[10. Kadar FFA Keripik Tempe Selama Penyimpanan 47](#_Toc468306483)

[11. Persamaan Regresi Linear Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan (hari) dengan Kadar FFA (%) Keripik Tempe 49](#_Toc468306484)

[12. Nilai Laju Peningkatan Kadar FFA (k) Keripik Tempe 53](#_Toc468306485)

[13. Umur Simpan Keripik Tempe Berdasarkan Parameter Kadar FFA 54](#_Toc468306486)

[14. Bilangan TBA Keripik Tempe Selama Penyimpanan 57](#_Toc468306487)

[15. Persamaan Regresi Linear Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan (hari) dengan Bilangan TBA (%) Keripik Tempe 59](#_Toc468306488)

[16. Nilai Laju Peningkatan bilangan TBA (k) Keripik Tempe 63](#_Toc468306489)

[17. Umur Simpan Keripik Tempe Berdasarkan Parameter Bilangan TBA 64](#_Toc468306490)

[18. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 67](#_Toc468306491)

[19. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 69](#_Toc468306492)

[20. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 70](#_Toc468306493)

[21. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 72](#_Toc468306494)

[22. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 73](#_Toc468306495)

[23. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 75](#_Toc468306496)

[24. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 76](#_Toc468306497)

[25. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 78](#_Toc468306498)

[26. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 79](#_Toc468306499)

[27. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 81](#_Toc468306500)

[28. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 82](#_Toc468306501)

[29. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 84](#_Toc468306502)

[30. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 85](#_Toc468306503)

[31. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 87](#_Toc468306504)

[32. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 88](#_Toc468306505)

[33. Hasil Analisis Kadar Air Produk Selama Penyimpanan 103](#_Toc468306506)

[34. Perhitungan Regresi Linear Kadar Air dalam Kemasan Alumunium Foil 104](#_Toc468306507)

[35. Perhitungan Regresi Linear Kadar Air dalam Kemasan Kombinasi 105](#_Toc468306508)

[36. Perhitungan Regresi Linear Kadar Air dalam Kemasan Plastik PP 106](#_Toc468306509)

[37. Persamaan Regresi Linear Kadar Air Produk 107](#_Toc468306510)

[38. Perhitungan Regresi Linear nilai K dengan 1/T Berdasarkan Parameter Kadar Air 109](#_Toc468306511)

[39. Hasil Analisis Kadar FFA Produk Selama Penyimpanan 113](#_Toc468306512)

[40. Perhitungan Regresi Linear Kadar FFA dalam Kemasan Alumunium Foil ...114](#_Toc468306513)

[41. Perhitungan Regresi Linear Kadar FFA dalam Kemasan Kombinasi 115](#_Toc468306514)

[42. Perhitungan Regresi Linear Kadar FFA dalam Kemasan Plastik PP 116](#_Toc468306515)

[43. Persamaan Regresi Linear Kadar FFA Produk 117](#_Toc468306516)

[44. Perhitungan Regresi Linear nilai K dengan 1/T Berdasarkan Parameter Kadar FFA 119](#_Toc468306517)

[45. Hasil Analisis Bilangan TBA Produk Selama Penyimpanan 123](#_Toc468306518)

[46. Perhitungan Regresi Linear Bilangan TBA dalam Kemasan Alumunium Foil 124](#_Toc468306519)

[47. Perhitungan Regresi Linear Bilangan TBA dalam Kemasan Kombinasi 125](#_Toc468306520)

[48. Perhitungan Regresi Linear Bilangan TBA dalam Kemasan Plastik PP 126](#_Toc468306521)

[49. Persamaan Regresi Linear Bilangan TBA Produk 127](#_Toc468306522)

[50. Perhitungan Regresi Linear nilai K dengan 1/T Berdasarkan Parameter Bilangan TBA 129](#_Toc468306523)

[51. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 133](#_Toc468306524)

[52. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 135](#_Toc468306525)

[53. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-0 135](#_Toc468306526)

[54. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 136](#_Toc468306527)

[55. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 137](#_Toc468306528)

[56. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-5 137](#_Toc468306529)

[57. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 138](#_Toc468306530)

[58. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 139](#_Toc468306531)

[59. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-10 139](#_Toc468306532)

[60. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 140](#_Toc468306533)

[61. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 141](#_Toc468306534)

[62. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-15 141](#_Toc468306535)

[63. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 142](#_Toc468306536)

[64. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 143](#_Toc468306537)

[65. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-20 143](#_Toc468306538)

[66. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 144](#_Toc468306539)

[67. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 .145](#_Toc468306540)

[68. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-0 145](#_Toc468306541)

[69. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 146](#_Toc468306542)

[70. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 .147](#_Toc468306543)

[71. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-5 147](#_Toc468306544)

[72. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 148](#_Toc468306545)

[73. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 149](#_Toc468306546)

[74. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-10 149](#_Toc468306547)

[75. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 150](#_Toc468306548)

[76. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 151](#_Toc468306549)

[77. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-15 151](#_Toc468306550)

[78. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 152](#_Toc468306551)

[79. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 153](#_Toc468306552)

[80. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-20 153](#_Toc468306553)

[81. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 154](#_Toc468306554)

[82. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 155](#_Toc468306555)

[83. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-0 155](#_Toc468306556)

[84. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 156](#_Toc468306557)

[85. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 157](#_Toc468306558)

[86. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-5 157](#_Toc468306559)

[87. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 158](#_Toc468306560)

[88. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 159](#_Toc468306561)

[89. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-10 159](#_Toc468306562)

[90. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 160](#_Toc468306563)

[91. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 161](#_Toc468306564)

[92. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-15 161](#_Toc468306565)

[93. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 162](#_Toc468306566)

[94. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 163](#_Toc468306567)

[95. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-20 163](#_Toc468306568)

# DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

[1. Keripik Tempe 11](#_Toc468307118)

[2. Kemasan Plastik 15](#_Toc468307119)

[3. Kemasan Alumunium Foil 21](#_Toc468307120)

[4. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan 33](#_Toc468307121)

[5. Diagram Alir Penelitian Utama 34](#_Toc468307122)

[6. Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 36](#_Toc468307123)

[7. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar Air Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 39](#_Toc468307124)

[8. Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar FFA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 48](#_Toc468307125)

[9. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar FFA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 51](#_Toc468307126)

[10. Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Bilangan TBA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 58](#_Toc468307127)

[11. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Bilangan TBA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 61](#_Toc468307128)

[12. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 68](#_Toc468307129)

[13. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 69](#_Toc468307130)

[14. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 71](#_Toc468307131)

[15. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 72](#_Toc468307132)

[16. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 74](#_Toc468307133)

[17. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0 ..75](#_Toc468307134)

[18. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5.. 77](#_Toc468307135)

[19. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 .78](#_Toc468307136)

[20. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 .80](#_Toc468307137)

[21. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 .81](#_Toc468307138)

[22. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0. 83](#_Toc468307139)

[23. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5 .84](#_Toc468307140)

[24. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10 86](#_Toc468307141)

[25. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15 87](#_Toc468307142)

[26. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20 89](#_Toc468307143)

[27. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar Air Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 108](#_Toc468307144)

[28. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar FFA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 118](#_Toc468307145)

[29. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Bilangan TBA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP 128](#_Toc468307146)

# DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

[1. Prosedur Analisis 99](#_Toc468307593)

[2. Formulir Uji Hedonik 102](#_Toc468307594)

[3. Perhitungan pendugaan umur simpan keripik tempe berdasarkan parameter kadar air 103](#_Toc468307595)

[4. Perhitungan pendugaan umur simpan keripik tempe berdasarkan parameter kadar FFA 113](#_Toc468307596)

[5. Perhitungan pendugaan umur simpan keripik tempe berdasarkan parameter bilangan TBA 123](#_Toc468307597)

[6. Perhitungan Uji Hedonik Keripik Tempe Terhadap Atribut Rasa 133](#_Toc468307598)

[7. Perhitungan Uji Hedonik Keripik Tempe Terhadap Atribut Aroma 144](#_Toc468307599)

[8. Perhitungan Uji Hedonik Keripik Tempe Terhadap Atribut Tekstur 154](#_Toc468307600)

# INTISARI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menduga umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan 3 jenis kemasan yang berbeda, sehingga akan didapatkan umur simpan dan kemasan yang tepat untuk mengemas keripik tempe.

Pada pendugaan umur simpan suatu produk perlu dilakukan pengujian parameter yang mempengaruhi mutu produk sebelum disimpan selama waktu tertentu. Parameter yang diamati pada keripik tempe sebelum dilakukan penyimpanan meliputi kadar air, kadar FFA, bilangan TBA, dan perubahan sifat organoleptik (rasa, aroma, dan tekstur). Parameter-parameter tersebut dianalisis mulai awal penyimpanan pada hari ke-0.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keripik tempe yang dikemas dengan kemasan alumunium foil dan disimpan pada suhu 25°C memiliki umur simpan yang lebih lama. Berdasarkan laju peningkatan kadar air, umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP pada suhu 25°C yaitu 28,60 hari, 27,88 hari, dan 22,40 hari. Berdasarkan laju peningkatan kadar FFA, umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP pada suhu 25°C yaitu 24,61 hari, 21,57 hari, dan 18,95 hari. Berdasarkan laju peningkatan bilangan TBA, umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP pada suhu 25°C yaitu 57,62 hari, 57 hari, dan 49,10 hari.

Peningkatan kadar air tertinggi terdapat pada suhu penyimpanan 45°C untuk kemasan alumunium foil yaitu 3%, kemasan kombinasi yaitu 4%, dan kemasan plastik PP yaitu 5%. Peningkatan kadar FFA tertinggi terdapat pada suhu penyimpanan 45°C untuk kemasan alumunium foil yaitu 1,16%, kemasan kombinasi yaitu 1,3%, dan kemasan plastik PP yaitu 1,5%. Peningkatan bilangan TBA tertinggi terdapat pada suhu penyimpanan 45°C untuk kemasan alumunium foil yaitu 1,568 mg malonaldehid/kg sampel, kemasan kombinasi yaitu 1,867 mg malonaldehid/kg sampel, dan kemasan plastik PP yaitu 2,345 mg malonaldehid/kg sampel.

Kata kunci : Umur simpan, keripik tempe, kadar air, kadar FFA, bilangan TBA, kemasan

# ABSTRACT

*The purpose of this research was estimated the shelf life of tempe chips which packaged with 3 types of different packaging, so it would obtained the right packaging and shelf life for the tempe chips.*

*In estimating a product’s shelf life, testing the parameters that might affect the quality of product need to be done, before they are stored for a certain time. There were several parameters that used in this research, which were water content, FFA content, TBA value, and organoleptic change (taste, aroma, and texture). Those parameters were analyzed on the beginning of storage at day 0.*

*The result showed that tempe chips which packaged with alumunium foil and stored at temperature storage 25°C have a longer shelf life. Based on the rate of water content, the shelf life of tempe chips which packaged with alumunium foil, standing pouch, and polypropylene plastic were 28,60 days, 27,88 days, and 22,40 days. Based on the rate of FFA content, the shelf life of tempe chips which packaged with alumunium foil, standing pouch, and polypropylene plastic were 24,61 days, 21,57 days, and 18,95 days. Based on the rate of TBA value, the shelf life of tempe chips which packaged with alumunium foil, standing pouch, and polypropylene plastic were 57,62 days, 57 days, and 49,10 days.*

*The highest rate of water content, FFA content, and TBA value of tempe chips which packaged with alumunium foil, standing pouch, and polypropylene plastic could be found at temperature storage 45°C. Water content of tempe chips for each packaging were 3%, 4%, and 5%. FFA content of tempe chips for each packaging were 1,16%, 1,3%, and 1,5%. TBA value of tempe chips for each packaging were 1,568 mg malonaldehyde/kg sample, 1,867 mg malonaldehyde/kg sample, and 2,345 mg malonaldehyde/kg sample.*

*Keywords : Shelf life, tempe chips, water content, FFA content, TBA value, packaging*

# BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

## Latar Belakang

Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia (Suwandi, dkk., 2015). Berdasarkan data statistik yang dikeluarkan oleh BPS, produksi kedelai di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 963.183 ton, angka tersebut mengalami kenaikan dari lima tahun sebelumnya. Menurut Suwandi, dkk. (2015), kedelai merupakan sumber protein nabati paling populer bagi masyarakat Indonesia pada umumnya. Konsumsi utamanya dalam bentuk tempe dan tahu yang merupakan lauk pauk vital bagi masyarakat Indonesia. Bentuk lain produk kedelai adalah kecap, tauco, dan susu kedelai. Produk ini dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat kita. Berdasarkan data SUSENAS tahun 2014 yang dirilis BPS, konsumsi tempe rata-rata per orang per tahun di Indonesia sebesar 6,95 kg dan tahu 7,068 kg.

Kandungan gizi tempe baik kadar protein, lemak, dan karbohidratnya tidak banyak berubah dibandingkan dengan kedelai. Namun, karena adanya enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang tempe maka protein, lemak, dan karbohidrat pada tempe menjadi jauh lebih mudah dicerna di dalam tubuh dibandingkan yang terdapat dalam kedelai. (Astawan, 2003). Karena kandungan gizinya yang tinggi dan memiliki manfaat baik bagi tubuh, serta harganya yang

terjangkau, membuat tempe telah dikonsumsi oleh seluruh kalangan masyarakat Indonesia.

Pada umumnya, masyarakat Indonesia mengkonsumsi tempe sebagai lauk pauk pendamping nasi. Namun dalam perkembangannya, tempe diolah dan disajikan sebagai aneka panganan siap saji yang diproses dan dijual dalam kemasan. Salah satu contohnya adalah keripik tempe, yang kini banyak sekali dapat kita temukan di pasaran.

Keripik tempe dibuat untuk menambah nilai ekonomis dari tempe dan mempertahankan masa simpannya, serta sebagai salah satu bentuk diversifikasi. Keripik tempe merupakan olahan makanan ringan yang berbahan dasar tempe. Jenis makanan ringan ini sangat digemari kebanyakan masyarakat di Indonesia. Beberapa daerah di Indonesia bahkan menjadikan keripik tempe ini sebagai oleh-oleh atau buah tangan khas dari daerah tersebut, contohnya seperti kota Bandung dan Malang. Perbedaan keripik tempe dari Kota Bandung dan Malang, dapat dilihat dari bentuknya, keripik tempe produksi Kota Bandung umumnya memiliki bentuk persegi, sedangkan keripik tempe dari Kota Malang berbentuk bulat. Seiring dengan perkembangan zaman, keripik tempe kini sudah mengalami inovasi yaitu dengan adanya varian rasa keripik tempe, mulai dari original, keju, pedas, dan lain-lain.

Selama ini keripik tempe yang beredar di pasaran terutama di toko oleh-oleh tidak mencantumkan masa kadaluwarsanya, padahal hal tersebut sangat penting bagi konsumen agar dapat mengetahui kapan produk tersebut mengalami penurunan mutu dan sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Produk yang disimpan terlalu lama dapat menyebabkan terjadinya penurunan beberapa mutu, sehingga dapat menurunkan umur simpan produk. Sifat-sifat sensoris yang menjadi indikasi penurunan mutu suatu produk yang digoreng seperti keripik biasanya terdapat pada kenampakan, *flavor,* dan tekstur. Selain sifat-sifat sensoris tersebut, kerusakan pada produk keripik juga dapat disebabkan oleh ketengikan akibat terjadinya oksidasi lemak.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghambat terjadinya kerusakan produk keripik seperti ketengikan dan perubahan tekstur (kerenyahan) yaitu dengan pengemasan. Menurut Hariyadi (2008), pada praktek industri pangan modern, pengemasan merupakan faktor penting dalam upaya meminimalkan atau mengendalikan proses penurunan mutu suatu produk pangan. Pengemasan mempunyai peranan sangat penting dalam melindungi produk yang dikemas. Karena itu, pemilihan bahan pengemas yang tepat serta proses pengemasan yang baik sangat penting untuk menentukan masa kadaluwarsa produk pangan yang dikemas.

Bahan kemasan yang saat ini paling banyak digunakan untuk mengemas makanan adalah plastik, karena harganya yang relatif murah dan memiliki sifat yang ringan serta luwes (fleksibel) sehingga memudahkan proses pengemasan. Kemasan plastik memiliki banyak jenisnya dan dapat disesuaikan dengan jenis produk yang dikemas. Masing-masing jenis plastik pun mempunyai fungsi serta kelebihan dan kekurangannya tersendiri. Menurut Nurminah (2002), sifat terpenting bahan kemasan yang digunakan meliputi permeabilitas gas dan uap air, bentuk dan permukaannya. Permeabilitas uap air dan gas, serta luas permukaan kemasan mempengaruhi jumlah gas yang baik dan luas permukaan yang kecil menyebabkan masa simpan produk lebih lama.

Berkaitan dengan berkembangnya industri pangan skala usaha kecil-menengah, dipandang perlu untuk mengembangkan penentuan umur simpan produk sebagai bentuk jaminan keamanan pangan. Penentuan umur simpan di tingkat industri pangan skala usaha kecil-menengah sering kali terkendala oleh faktor biaya, waktu, proses, fasilitas, dan kurangnya pengetahuan produsen pangan (Herawati, 2008). Pada umumnya, umur simpan suatu produk dapat ditentukan dengan menggunakan metode konvensional (*Extended Storage Studies*,ESS) dan metode akselerasi (*Accelerated Storage Studies*, ASS atau *Accelerated Shelf Life Testing*, ASLT). Menurut Anagari, dkk. (2011), metode ASLT sangat baik dipakai karena waktu pengujiannya yang relatif singkat, namun ketepatan dan akurasinya tinggi. Sedangkan menurut Arpah (2001), metode ESS menghasilkan hasil yang paling tepat, namun memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar.

## Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasikan yaitu apakah metode arrhenius dapat digunakan untuk menduga umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan 3 jenis kemsan dan disimpan pada suhu yang berbeda.

## Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menduga umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan 3 jenis kemasan yang berbeda. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan umur simpan dan kemasan yang tepat untuk keripik tempe.

## Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui berapa lama umur simpan keripik tempe dan mengetahui jenis kemasan yang baik untuk produk keripik tempe agar dapat memperpanjang umur simpannya.

## Kerangka Pemikiran

Keripik merupakan salah satu *snack* (kudapan) yang sangat digemari. Hal ini disebabkan oleh rasanya yang enak, teksturnya yang renyah, harganya relatif terjangkau dan dengan mudah dijumpai di pasaran. Kalangan industri pun baik kecil maupun besar mulai melirik dan mengembangkan produk ini sebagai salah satu produk pangan olahan yang prospektif (Jaringan Masyarakat Gunung Halimun dan Peka Indonesia, 2006).

Produk keripik biasanya terbuat dari bahan pangan yang cepat mengalami kerusakan, sehingga diperlukan cara yang dapat mempertahankan umur simpannya. Tempe misalnya, merupakan salah satu contoh bahan pangan yang cepat rusak. Menurut Muslikhah, dkk. (2013), Tempe tidak dapat disimpan lebih lama, kurang lebih 2 x 24 jam. Hal ini disebabkan karena jamur *Rhizopus* akan mati dan akan tumbuh jamur lain serta bakteri yang dapat merombak protein dalam tempe sehingga menyebabkan bau tidak enak. Bau busuk tersebut disebabkan oleh aktivitas enzim proteolitik dalam menguraikan protein menjadi peptida atau asam amino secara anaerobik yang menghasilkan H2S, amoniak, metil sulfida, amina, dan senyawa-senyawa lain berbau busuk.

Pada umumnya proses pembuatan keripik mengalami tahap pengeringan (penggorengan) yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan air di dalam bahan. Menurut Estiasih dan Ahmadi (2009), pengeringan merupakan metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan pangan sehingga daya simpan menjadi lebih panjang. Supaya produk yang sudah dikeringkan menjadi awet, kadar air harus dijaga tetap rendah. Produk pangan dengan kadar air rendah dapat disimpan dalam jangka waktu lama jika pengemasan yang digunakan tepat.

Salah satu metode pengeringan yang paling sering digunakan yaitu dengan cara penggorengan. Menurut Jaringan Masyarakat Gunung Halimun dan Peka Indonesia (2006), penggorengan pada pembutan keripik merupakan tahap utama yang bertujuan untuk mematangkan produk dengan menggunakan minyak nabati sebagai media penghantar panas. Selama penggorengan akan terjadi penguapan air terutama pada bagian terluar dari makanan yang digoreng dan meninggalkan rongga yang akan diisi oleh minyak goreng. Pengisian minyak ini menyebabkan kerenyahan pada bagian kerak. Selain itu juga akan terjadi perubahan sifat fisiko kimia dan organoleptik produk seperti pembentukan komponen flavor, warna, tekstur dan penampakan secara umum. Perubahan ini disebabkan oleh adanya panas dan reaksi senyawa-senyawa dalam sistem penggorengan.

Menurut Rosalina dan Silvia (2015), produk pangan yang dapat ditentukan umur simpannya dengan metode ASLT model Arrhenius diantaranya yaitu produk pangan yang mudah rusak oleh reaksi kimia, seperti oksidasi lemak, reaksi Maillard, denaturasi protein dan sebagainya. Secara umum, laju reaksi kimia akan semakin cepat pada suhu yang lebih tinggi yang berarti penurunan produk semakin cepat terjadi. Salah satu produk pangan yang dapat ditentukan umur simpannya dengan model Arrhenius adalah produk chips/snack dan produk pangan lain yang mengandung lemak tinggi (berpotensi terjadinya oksidasi lemak), atau yang mengandung gula pereduksi dan protein (berpotensi terjadinya reaksi browning).

Suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Untuk jenis makanan kering dan semi basah, suhu percobaan penyimpanan yang dianjurkan untuk menguji masa kadaluarsa makanan adalah 0°C (kontrol), suhu kamar 30°C, 35°C, 40°C, atau 45°C (jika diperlukan), sedangkan untuk makanan yang diolah secara thermal adalah 5°C (kontrol), suhu kamar 30°C, 35°C, atau 40°C. Untuk jenis makanan beku dapat menggunakan suhu -40°C (kontrol), -15°C, -10°C, atau -5°C (Syarif dan Halid, 1993).

Selain suhu, mutu makanan juga dapat dipengaruhi oleh jenis kemasannya, karena setiap jenis kemasan memiliki permeablitias yang berbeda terhadap gas dan uap air. Menurut Buckle *et al*. (2010), daya tembus gas SO2, O2, dan H2O pada suhu 25°C untuk plastik polipropilen (PP) lebih rendah dibandingkan HDPE dan LDPE. Sedangkan menurut Sunoto (2006), Sampurno (2006) dalam Rosalina dan Silvia (2015), permeabilitas plastik terhadap uap air dan oksigen, untuk plastik PP lebih rendah dibandingkan LDPE, tetapi lebih tinggi daripada HDPE, sedangkan alumunium foil permeabilitasnya paling rendah dibandingkan jenis kemasan lainnya.

Berdasarkan penelitian pendugaan umur simpan keripik ikan beledang yang dilakukan oleh Rosalina dan Silvia (2015), menyatakan bahwa kadar air keripik ikan beledang dalam kemasan polypropylene rigid selama penyimpanan cenderung meningkat pada ketiga suhu yaitu 25°C, 30°C, dan 35°C. Semakin rendah suhu penyimpanan maka tingkat kenaikan kadar air semakin tinggi. Oleh karena itu, keripik ikan beledang yang disimpan pada suhu 25°C hanya bertahan selama 9 bulan 28 hari, sedangkan yang disimpan pada suhu 30°C dan 35°C mampu bertahan selama 10 bulan 3 hari dan 10 bulan 8 hari. Menurut (Yam, 1995; Sampurno, 2006 dan Wijaya, 2007) dalam Rosalina dan Silvia (2015), kecenderungan kenaikan nilai kadar air dipengaruhi oleh sifat permeabilitas kemasan polypropylene yang cukup tinggi dibanding kemasan HDPE (High Density Polyethylene) dan OPP (Oriented Polypropylene).

Menurut Maulana (2011) pada penelitian pendugaan umur simpan keripik salak, menunjukkan bahwa kemasan yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kadar air keripik salak dari yang tertinggi hingga terendah adalah kemasan plastik PP, plastik laminasi, dan alumunium foil. Sehingga, berdasarkan laju peningkatan kadar air, keripik salak yang menggunakan kemasan alumunium foil memiliki umur simpan yang relatif lebih lama yaitu 90,53 hari dibandingkan dengan yang dikemas oleh kemasan plastik laminasi (89,99 hari) dan plastik polypropylene (81,49 hari).

Pada penelitian pendugaan umur simpan keripik pisang kepok, didapatkan bahwa umur simpan keripik pisang pada suhu ruang (25°C) yaitu 107,19 hari dalam kemasan polietilen, 143,52 hari dalam kemasan polipropilen, dan 155,19 hari dalam kemasan alumunium foil (Puspita, 2016). Menurut Putro, dkk. (2012), mengungkapkan bahwa keripik yang disimpan menggunakan kemasan alumunium foil mampu mempertahankan umur simpan lebih lama dibandingkan kemasan polipropilen.

## Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, diduga bahwa jenis kemasan dan suhu penyimpanan berpengaruh terhadap penentuan umur simpan produk keripik tempe yang ditentukan dengan metode arrhenius.

## Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jl. Dr. Setiabudhi No. 193 Bandung, pada bulan Agustus 2016.

# BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Keripik Tempe, (2) Kemasan, (3) Metode Pendugaan Umur Simpan.



## Keripik Tempe

Keripik tempe merupakan makanan ringan hasil olahan yang berbahan dasar tempe. Menurut Sulistyowati (2001), keripik adalah makanan ringan (*snack food*) yang tergolong jenis makanan *cracker* yaitu makanan yang bersifat kering dan renyah dan kandungan lemaknya tinggi. Renyah adalah keras mudah patah. Sifat renyah pada *cracker* ini akan hilang jika produk menyerap air. Produk ini banyak disukai karena rasanya enak, renyah dan tahan lama, praktis dan mudah dibawa dan disimpan serta dapat dinikmati kapan saja. Kualitas keripik juga ditentukan oleh jenis dan kualitas minyak goreng yang digunakan, jumlah ulangan pemakaian minyak goreng, perlakuan sebelum penggorengan, cara penggorengan, dan pengemasan.

Tempe keripik sangat tipis, hampir menyerupai kerupuk. Tebalnya hanya sekeping kedelai. Tempe keripik yang tipis itu bukanlah tempe biasa yang diiris tipis-tipis. Tetapi memang sengaja dibuat tipis-tipis dengan cara tertentu. Tempe yang tipis itu bila digoreng menjadi sangat kering dan keras. Itulah sebabnya tempe itu disebut tempe keripik. Tempe keripik dapat diawetkan. Bila disimpan dalam tempat yang bersih dan kering, akan tahan beberapa lama. Namun tempat itu harus tertutup rapat agar isinya tidak terpengaruh udara lembab. Tempat-tempat yang dapat dipergunakan untuk menyimpan misalnya kantong plastik, kaleng, dan lain-lain (Pramono, 2006).

Penampilan keripik tempe yang biasanya beredar di pasaran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Keripik Tempe

Menurut Sulistyowati (2002), penampilan keripik meliputi warna dan permukaan keripik. Sebagian besar konsumen menyukai keripik berpenampilan kering, tidak mengkilat serta tidak gosong. Kekeringan permukaan keripik dipengaruhi oleh jenis minyak, sementara warna coklat di permukaan keripik dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan serta waktu dan suhu penggorengan.

Kerenyahan merupakan faktor penentu mutu produk-produk keripik. Komposisi produk terutama kadar air menentukan sifat kerenyahan produk, semakin rendah kadar air suatu produk maka produk tersebut akan semakin renyah (Hariono, 1979 dalam Evawati, 1997). Kerenyahan berhubungan dengan kadar air. Semakin rendah kadar air keripik maka semakin renyah. Kerenyahan keripik merupakan salah satu kriteria yang disukai konsumen. Rasa keripik dipengaruhi oleh perubahan sifat fisik dan kimia selama penggorengan (Sulistyowati, 2001).

Peningkatan kadar air dapat meningkatkan laju reaksi deteriorasi dengan cepat. Makanan kering mengalami kerusakan apabila menyerap uap air yang berlebih. Kerusakan ini cukup kompleks karena dapat melibatkan atau berbagai jenis reaksi deteriorasi lain yang sensitif terhadap perubahan Aw. Penyerapan uap air ditandai dengan peningkatan kadar uap air. Perubahan kadar air selama penyimpanan dapat diketahui dengan interval tujuh hari. Peningkatan kadar air menyebabkan hilangnya kerenyahan keripik (Arpah, 2001). Kerenyahan makanan kudapan menurun dengan meningkatnya Aw produk. Apabila Aw mencapai 0,35–0,50 maka kerenyahannya, yang merupakan ciri khas produk pangan ringan, menjadi hilang (Katz dan Labuza, 1981 dalam Maulana, 2011).

Menurut Purnomo (1995), kerusakan yang sering terjadi pada keripik adalah terjadinya reaksi oksidasi lipid yang menyebabkan timbulnya rasa tengik dan penyerapan uap air oleh keripik sebagai reaksi kondisi lingkungan. Tipe penyebab ketengikan dalam lemak menurut Ketaren (2008) dibagi atas 3 golongan yaitu 1) ketengikan oleh oksidasi, 2) ketengikan oleh enzim dan 3) ketengikan oleh proses hidrolisa. Berbagai jenis minyak atau lemak akan mengalami perubahan flavor dan bau sebelum terjadi proses ketengikan, hal ini dikenal sebagai reversion. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan dari reversion ini adalah : 1) suhu, 2) cahaya atau penyinaran, 3) tersedianya oksigen dan 4) adanya logam-logam yang bersifat sebagai katalisator pada proses oksidasi.

## Kemasan

Pengemasan dapat diartikan sebagai usaha perlindungan terhadap produk dari segala macam kerusakan dengan menggunakan wadah, sehingga pengemasan bertujuan untuk melindungi atau mengawetkan produk agar sampai ke tangan konsumen dalam keadaan baik. Kegiatan yang meliputi pemasukan dan atau pengaturan unit atau beberapa unit ke dalam suatu wadah untuk keperluan transportasi disebut pengepakan (Suradi, 2005).

Pengertian umum dari kemasan adalah suatu benda yang digunakan untuk wadah atau tempat yang dikemas dan dapat memberikan perlindungan sesuai dengan tujuannya. Adanya kemasan yang dapat membantu mencegah/mengurangi kerusakan, melindungi bahan yang ada di dalamnya dari pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan dan getaran. Dari segi promosi kemasan berfungsi sebagai perangsang atau daya tarik pembeli (Nurminah, 2002).

Menurut Suradi (2005), bahan kemasan, baik bahan logam, maupun bahan lain seperti plastik, gelas, kertas dan karton seharusnya mempunyai 6 fungsi utama, yaitu : (1) Menjaga produk bahan pangan tetap bersih dan merupakan pelindung terhadap kotoran dan kontaminasi lainnya; (2) Melindungi makanan terhadap kerusakan fisik, perubahan kadar air, oksigen dan penyinaran (cahaya); (3) Mempunyai fungsi yang baik, efisien dan ekonomis khususnya dalam proses pengepakan, yaitu selama penempatan bahan pangan ke daalm wadah kemasan; (4) Mempunyai kemudahan dalam membuka atau menutup dan juga memudahkan dalam tahap-tahap penanganan, pengangkutan dan di stribusi; (5) Mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang, dan mudah dibentuk atau dicetak; (6) Menampakkan identifikasi, informasi dan penampilan yang jelas makanan di dalamnya agar dapat membantu promosi atau penjualan.

Menurut Winarno, et al. (1986) dalam Nurminah (2002), makanan yang dikemas mempunyai tujuan untuk mengawetkan makanan, yaitu mempertahankan mutu kesegaran, warnanya yang tetap, untuk menarik konsumen, memberikan kemudahan penyimpanan dan distribusi, serta yang lebih penting lagi dapat menekan peluang terjadinya kontaminasi dari udara, air, dan tanah baik oleh mikroorganisme pembusuk, mikroorganisme yang dapat membahayakan kesehatan manusia, maupun bahan kimia yang bersifat merusak atau racun. Beberapa faktor yang penting diperhatikan dalam pengemasan bahan pangan adalah sifat bahan pangan tersebut, keadaan lingkungan dan sifat bahan pengemas. Sifat bahan pangan antara lain adalah adanya kecendrungan untuk mengeras dalam kadar air dan suhu yang berbeda-beda, daya tahan terhadap cahaya, oksigen dan mikroorganisme.

### Plastik

Plastik merupakan bahan pengemas yang berkembang pesat pada saat ini. Plastik digunakan untuk mengemas berbagai macam jenis makanan. Jenis plastik bermacam-macam, jenis plastik tersebut dapat dibedakan berdasarkan senyawa-senyawa penyusunnya. Plastik memiliki berbagai macam keunggulan yakni fleksibel (dapat mengikuti bentuk produk), transparan (tembus pandang), tidak mudah pecah, bentuk laminasi (dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain), tidak korosif dan harga relatif murah. Di samping memiliki beberapa kelebihan dari bahan kemasan lainnya, plastik juga memiliki kelemahan yakni, tidak tahan panas, dapat mencemari produk (migrasi komponen monomer), sehingga mengandung resiko keamanan dan kesehatan konsumen, dan plastik termasuk bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami (*non-biodegradable*) (Latief, 2000).

Contoh kemasan plastik yang umumnya digunakan untuk mengemas makanan ringan (*snack*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kemasan Plastik

Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas mempunyai keunggulan dibanding bahan pengemas lain karena sifatnya yang ringan, transparan, kuat, termoplatis dan selektif dalam permeabilitasnya terhadap uap air, O2, CO2. Sifat permeabilitas plastik terhadap uap air dan udara menyebabkan plastik mampu berperan memodifikasi ruang kemas selama penyimpanan (Winarno, 1987 dalam Nurminah, 2002). 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 (Suyitno, 1990 dalam Mareta dan Nur, 2011). Menurut Ryall dan Lipton (1972) dalam Nurminah (2002) menyatakan bahwa, plastik juga merupakan jenis kemasan yang dapat menarik selera konsumen.

Sifat permeabilitas dari beberapa kemasan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Permeabilitas dari Beberapa Kemasan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jenis Kemasan** | **Permeabilitas** | |
| **Laju Transmisi Uap Air (g/m2.hari) @ 38°C dan RH 90%** | **Laju Transmisi oksigen (ml.25mic/m2.hari.atm) @ 25°C** |
| Alumunium Foil | 0 – 1 | 0 – 1 |
| Oriented Polypropylene (OPP) | 3,9 – 6,2 | 1500 |
| High Density Polyethylene (HDPE) | 4,7 – 7,8 | 2868 |
| Polypropylene (PP) | 9,3 – 11 | 3340 |
| Polyethylene Terephthalate (PET) | 16 – 20 | 47 – 62 |
| Low Density Polyethylene (LDPE) | 16 – 23 | 7750 |
| Ethylene Vinyl Alcohol (EVOH) | 22 – 124 | 0,5 – 2034 |
| Polycarbonate (PC) | 150 | 4650 |
| Polystyrene (PS) | 108 – 155 | 3875 – 5425 |

Sumber: Sunoto, 2006; Sampurno, 2006 dalam Rosalina dan Silvia, 2015.

Polietilen merupakan film yang lunak, transparan dan fleksibel, mempunyai kekuatan benturan serta kekuatan sobek yang baik. Dengan pemanasan akan menjadi lunak dan mencair pada suhu 110°C. Berdasarkan sifat permeabilitasnya yang rendah serta sifat-sifat mekaniknya yang baik, polietilen mempunyai ketebalan 0.001 sampai 0.01 inchi, yang banyak digunakan sebagai pengemas makanan (Sacharow dan Griffin, 1970 dalam Nurminah, 2002). Menurut Herawati (2008), jenis permeabilitas film bergantung pada bahan yang digunakan, dan permeabilitas film polietilen(PE) lebih kecil daripada polipropilen(PP). Hal ini menunjukkan bahwa gas atau uap air akan lebih mudah masuk pada bahan pengemas jenis PP daripada PE. Sedangkan Buckle *et al*. (2010) menyatakan bahwa, polietilen merupakan volume terbesar dari plastik tipis berlapis tunggal (*single film*) yang digunakan dalam industri pengemasan fleksible. Polietilen dengan kepadatan yang rendah (dibuat dengan tekanan dan suhu tinggi) merupakan 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. Polietilen dengan kepadatan yang tinggi (suhu dan tekanan rendah) memberi perlindungan yang baik terhadap air dan meningkatkan stabilitas terhadap panas.

Polipropilen sangat mirip dengan polietilen dan sifat-sifat penggunaannya juga serupa (Brody, 1972 dalam Nurminah, 2002). Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap (Winarno dan Jenie, 1983, dalam Nurminah, 2002). Menurut Buckle *et. al*., (2010), polipropilen (PP)memiliki sifat lebih kaku, kuat dan ringan daripada polietilendengan 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.

Polivinil klorida (PVC) merupakan plastik tipis bersifat fleksibel yang diperoleh dengan penambahan bahan-bahan plastik. Vinyl copolymer film dipergunakan sebagai plastik tipis yang bersifat mengerut untuk berbagai produk dan sebagai pelapis (Buckle *et. al*., 2010). PVC mempunyai sifat keras, kaku, jernih dan mengkilap, sangat sukar ditembus air dan permeabilitas gasnya rendah sehingga sesuai untuk mengemas makanan yang banyak mengandung air (Suyitno, 1990 dalam Nurminah, 2002). Menurut Nurminah (2002), PVC memiliki daya tahan gesek yang paling tinggi dibandingkan dengan plastik lain, sehingga kemasan PVC dapat digunakan untuk mengemas produk yang akan ditransportasikan (ke tempat konsumen yang jauh). Seperti diketahui mungkin saja ada terjadi benturan mekanis selama pengangkutan produk dari pabrik ke tempat penjualanan atau konsumen. PVC juga cocok untuk mengemas produk yang banyak mengandung senyawa volatil (senyawa yang mudah menguap), karena sesuai dengan pernyataan Buckle *et al*. (2010), bahwa permeabilitas gas PVC (seperti N2, O2, CO2) lebih rendah dibandingkan dengan HDPE, LDPE, dan PP.

Berbagai jenis bahan kemasan lemas seperti misalnya polietilen, polipropilen, nilon poliester dan film vinil dapat digunakan secara tunggal untuk membungkus makanan atau dalam bentuk lapisan dengan bahan lain yang direkatkan bersama. Kombinasi ini disebut laminasi. Sifat-sifat yang dihasilkan oleh kemasan laminasi dua atau lebih film dapat memiliki sifat yang unik. Contohnya kemasan yang terdiri dari lapisan kertas/polietilen/aluminium foil/polipropilen baik sekali untuk kemasan makanan kering. Lapisan luar yang terdiri dari kertas berfungsi untuk cetakan permukaan yang ekonomis dan murah. Polietilen berfungsi sebagai perekat antara aluminium foil dengan kertas, sedangkan polietilen bagian dalam mampu memberikan kekuatan dan kemampuan untuk direkat atau ditutupi dengan panas. Dengan konsep laminasi, masing-masing lapisan saling menutupi kekurangannya menghasilkan lembar kemasan yang bermutu tinggi (Winarno, 1994 dalam Nurminah, 2002).

Menurut Miller (1994) laminasi adalah proses melekatkan satu material yang lain dengan menggunakan media laminasi. Ada dua jenis proses dasar laminasi, yaitu laminasi basah dan laminasi kering. Proses laminasi dilakukan oleh converter untuk menggabungkan dua atau lebih lapisan bersama-sama. Tujuan laminasi adalah untuk mengkombinasikan sifat-sifat terbaik dari seluruh metrial menjadi satu struktur kemasan. Bahan-bahan yang biasa digunakan dalam proses laminasi adalah bahan Oriented Polipropilen(OPP), Polipropilen(PP) dan Cast Polipropilen(CPP) (Maulana, 2011). Oriented Poly Propylene, berfungsi untuk mengemas produk yang membutuhkan perlindungan ekstra terhadap kelembaban (Mareta dan Nur, 2011).

### Alumunium Foil

Alumunium foil digunakan secara luas dalam pelapisan dimana dibutuhkan sifat-sifat yang rendah terhadap daya tembus gas dan uap air, odor, atau sinar (Buckle *et al*., 2010). Menurut Syarief dan Santausa (1993), alumunium foil (alufo) diartikan sebagai lembaran padat dari alumunium dengan ketebalan kurang dari 0,15 mm (0,006 inchi). Lembaran alumunium adalah kertas logam dalam bentuk gulungan, helaian atau bentuk lainnya. Nama lain dari alumunium foil adalah foil, foil bebas, foil tanpa laminasi, “unsupported foil” atau foil bebas. Umumnya, untuk berbagai kegunaan kemasan digunakan dalam bentuk foil.

Alumunium terdapat dengan kemurnian tinggi (alloy seri 1000). Untuk wadah semi kaku digunakan alloy seri 3003 dan 5005. Dua angka terakhir pada seri alloy 1000 menunjukkan tingkat kemurnian. Misalnya untuk alloy seri 1235, artinya memiliki tingkat kemurnian alumunium 99,35% dan seri 1199 memiliki kemurnian 99,99%. Untuk seri alloy 3003 mengandung mangan dan seri 5003 mengandung magnesium (Syarief dan Santausa, 1993). Campuran alumunium yang digunakan dalam pengemasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Campuran Alumunium yang Digunakan dalam Pengemasan

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nomor campuran menurut Asosiasi Alumunium | Persentase logam lain dalam campuran | | | | | | |
| % Alumunium | Tembaga | Khrom | Besi | Mg | Mn | Si |
| 1100 | 99,0 | 0,2 | - | 0,45 | - | 0,05 | 0,3 |
| 1145 | 99,45 | - | - | 0,45 | - | - | 0,1 |
| 2024 | 93,4 | 4,5 | - | - | 1,5 | 0,6 | - |
| 3003 | 98,5 | 0,25 | - | - | - | 1,25 | - |
| 5050 | 98,6 | - | - | - | 1,4 | - | - |
| 5052 | 97,25 | - | 0,25 | - | 2,5 | - | - |

Sumber: Syarief dan Santausa, 1993.

Foil adalah suatu lembaran dari bahan logam yang mempunyai ketebalan kurang dari 0,15 mm*.* Kemasan ini mempunyai posisi yang penting dalam pengemasan, karena permukaanya yang mengkilap dan menarik untuk dipandang. Foil yang mempunyai ketebalan antara 0,0375 – 0,1125 mmdigunakan untuk membuat kemasan semi kaku (Rahmawati, 2013).

Aluminium foil mempunyai sifat kedap air yang baik, permukaanya dapat memantulkan cahaya sehingga penampilannya menarik, permukaanya licin, dapat dibentuk sesuai dengan keinginan dan mudah dilipat, tidak terpengaruh oleh sinar, tahan terhadap temperatur tinggi sampai di atas 290° C, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun dan hygienis (Rahmawati, 2013).

Contoh kemasan alumunium foil yang umumnya digunakan untuk mengemas makanan ringan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kemasan Alumunium Foil

Kemasan foil dapat digunakan untuk mengemas roti, makanan beku, obat-obatan, bahan farmasi, bahan kimia, makanan yang higroskopis, jam, selai dan saos. Bila digunakan untuk mengemas makanan biasanyafoil diletakkan pada bagian dalam, namun bila untuk tujuan dekoratif maka foil diletakkan pada bagian luar (Rahmawati, 2013).

## Metode Pendugaan Umur Simpan

Menurut *Institute Of Food Science And Technologi* (1974), umur simpan produk pangan adalah selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi di mana produk berada dalam kondisi yang memuaskan berdasarkan karakteristik penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi. Sedangkan menurut Floros dan Gnanasekharan (1993), umur simpan suatu produk pangan merupakan waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam kondisi penyimpanan tertentu untuk dapat mencapai tingkatan degradasi mutu tertentu. Ketidaksesuaian umur simpan akan menimbulkan ketidakpuasan dan keluhan dari konsumen. Ketidakpuasan tersebut akan menimbulkan kesan buruk terhadap penerimaan produk tersebut di masyarakat atau bahkan lebih buruk lagi akan menimbulkan malnutrisi dan penyakit. Oleh karena itu, produsen makanan harus memberikan perhatian besar terhadap penentuan umur simpan ini.

Penentuan umur simpan suatu produk dilakukan dengan mengamati produk selama penyimpanan sampai terjadi perubahan yang tidak dapat diterima lagi oleh konsumen. Selain itu juga dilakukan dengan mengamati perubahan yang terjadi pada produk selama selang waktu tertentu. Perubahan yang terjadi dapat mengindikasikan adanya penurunan mutu produk tersebut. Maka dari itu, pengujian atribut produk perlu dilakukan untuk menentukan daya simpannya. Hasil atau akibat berbagai reaksi kimiawi yang terjadi di dalam produk makanan bersifat akumulatif dan irreversible (tidak dapat dipulihkan kembali) selama penyimpanan sehingga pada waktu tertentu hasil reaksi mengakibatkan mutu makanan tidak dapat diterima kembali. Pengaruh kadar air dan aktivitas air sangat penting sekali dalam menentukan daya awet dari bahan pangan karena keduanya mempengaruhi sifat-sifat fisik dan sifat fisika-kimia, perubahan-perubahan kimia, kebusukan oleh mikroorganisme dan perubahan enzimatis, terutama pada bahan pangan yang tidak diolah (Buckle *et* *al*., 2010).

Menurut Buckle *et al*. (2010), faktor-faktor utama yang mempengaruhi daya awet bahan pangan yang telah dikemas adalah sebagai berikut : (a) Sifat alamiah dari bahan pangan dan mekanisme di mana bahan ini mengalami kerusakan, misalnya kepekaan terhadap kelembaban dan oksigen, dan kemungkinan terjadinya perubahan-perubahan kimia dan fisik di dalam bahan pangan; (b) Ukuran bahan pengemas sehubungan dengan volumenya; (c) Kondisi atmosfer (terutama suhu dan kelembaban) di mana kemasan dibutuhkan untuk melindungi selama pengangkutan dan sebelum digunakan; (d) Ketahanan bahan pengemas secara keseluruhan terhadap air, gas atmosfer dan bau, termasuk ketahanan dari tutup, penutupan dan lipatan.

Penggunaan indikator mutu dalam menentukan umur simpan produk siap masak atau siap saji bergantung pada kondisi saat percobaan penentuan umur simpan tersebut dilakukan (Kusnandar, 2004). Menurut Floros dan Gnanasekharan (1993), terdapat enam faktor utama yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu atau kerusakan pada produk pangan, yaitu massa oksigen, uap air, cahaya, mikroorganisme, kompresi atau bantingan, dan bahan kimia toksik atau *off flavor*. Faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan terjadinya penurunan mutu lebih lanjut, seperti oksidasi lipida, kerusakan vitamin, kerusakan protein, perubahan bau, reaksi pencoklatan, perubahan unsur organoleptik, dan kemungkinan terbentuknya racun.

Hasil percobaan penentuan umur simpan hendaknya dapat memberikan informasi tentang umur simpan pada kondisi ideal, umur simpan pada kondisi tidak ideal, dan umur simpan pada kondisi distribusi dan penyimpanan normal dan penggunaan oleh konsumen. Suhu normal untuk penyimpanan yaitu suhu yang tidak menyebabkan kerusakan atau penurunan mutu produk. Suhu ekstrim atau tidak normal akan mempercepat terjadinya penurunan mutu produk dan sering diidentifikasi sebagai suhu pengujian umur simpan produk (Hariyadi, 2004).

Penggunaan suhu inkubasi untuk mengetahui umur simpan produk disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Suhu Pengujian Umur Simpan Produk

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis Produk | Suhu Pengujian (°C) | Suhu Kontrol (°C) |
| Makanan dalam kaleng | 25, 30, 35, 40 | 4 |
| Pangan kering | 25, 30, 35, 40, 45 | -18 |
| Pangan dingin | 5, 10, 15, 20 | 0 |
| Pangan beku | -5, -10, -15 | < -40 |

Sumber: Labuza dan Schmidl, 1985 dalam Herawati, 2008.

Menurut Syarief *et al*. (1989), secara garis besar umur simpan dapat ditentukan dengan menggunakan metode konvensional (*Extended Storage Studies*, ESS) dan metode akselerasi kondisi penyimpanan (ASS atau ASLT). Umur simpan produk pangan dapat diduga kemudian ditetapkan waktu kedaluwarsanya dengan menggunakan dua konsep studi penyimpanan produk pangan, yaitu ESS dan ASS atau ASLT (Floros dan Gnanasekharan 1993).

Berikut ini merupakan 2 metode yang dapat dilakukan untuk menentukan umur simpan suatu bahan atau produk pangan, diantaranya:

(1) Metode Konvensional (*Extended Storage Studies*, ESS)

Penentuan umur simpan produk dengan ESS, yang juga sering disebut sebagai metode konvensional, adalah penentuan tanggal kedaluwarsa dengan cara menyimpan satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya (*usable quality*) hingga mencapai tingkat mutu kedaluwarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun pada awal penemuan dan penggunaan metode ini dianggap memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak serta mahal. Dewasa ini metode ESS sering digunakan untuk produk yang mempunyai masa kedaluwarsa kurang dari 3 bulan (Herawati, 2008).

Metode konvensional biasanya digunakan untuk mengukur umur simpan produk pangan yang telah siap edar atau produk yang masih dalam tahap penelitian. Pengukuran umur simpan dengan metode konvensional dilakukan dengan cara menyimpan beberapa bungkusan produk yang memiliki berat serta tanggal produksi yang sama pada beberapa desikator atau ruangan yang telah dikondisikan dengan kelembapan yang seragam. Pengamatan dilakukan terhadap parameter titik kritis dan atau kadar air (Herawati, 2008).

(2) Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT)

Penentuan umur simpan produk dengan metode ASS atau sering disebut dengan ASLT dilakukan dengan menggunakan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu (*usable quality*) produk pangan. Salah satu keuntungan metode ASS yaitu waktu pengujian relatif singkat (3−4 bulan), namun ketepatan dan akurasinya tinggi. Tahapan penentuan umur simpan dengan ASS meliputi penetapan parameter kriteria kedaluwarsa, pemilihan jenis dan tipe pengemas, penentuan suhu untuk pengujian, prakiraan waktu dan frekuensi pengambilan contoh, *plotting* data sesuai ordo reaksi, analisis sesuai suhu penyimpanan, dan analisis pendugaan umur simpan sesuai batas akhir penurunan mutu yang dapat ditolerir (Herawati, 2008).

Pada metode ini kondisi penyimpanan diatur diluar kondisi normal sehingga produk dapat lebih cepat rusak dan penentuan umur simpan dapat ditentukan. Penggunaan metode akselerasi harus disesuaikan dengan keadaan dan faktor yang mempercepat kerusakan produk yang bersangkutan (Arpah, 2001).

Jenis parameter atau atribut mutu yang diuji tergantung pada jenis produknya. Produk berlemak biasanya menggunakan parameter ketengikan. Produk yang disimpan dingin atau beku menggunakan parameter pertumbuhan mikroba. Produk berwujud bubuk atau kering yang diukur adalah kadar airnya (Arpah, 2001).

Menurut Syarif dan Halid (1993), dalam penyimpanan makanan, keadaan suhu ruangan penyimpanan selayaknya dan keadaan tetap dari waktu ke waktu tetapi seringkali keadaan suhu penyimpanan berubah-ubah dari waktu ke waktu. Apabila keadaan suhu penyimpanan tetap dari waktu ke waktu (atau dianggap tetap) maka perumusan masalahnya bisa sederhana, yaitu menduga laju penurunan mutu cukup dengan menggunakan persamaan Arrhenius:

k = k0

di mana k = konstanta penurunan mutu

k0 = konstanta (tidak tergantung pada suhu)

E = energi aktivasi

T = suhu mutlak (°C + 273)

R = konstanta gas 1,986 kal/mol

Semakin sederhana model yang digunakan untuk menduga, maka biasanya semakin banyak asumsi yang dipakai. Asumsi untuk penggunaan model Arrhenius ini misalnya adalah: (1) Perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam reaksi saja; (2) Tidak terjadi faktor lain yang mengakibatkan perubahan mutu; (3) Proses perubahan mutu dianggap bukan merupakan akibat dari proses-proses yang terjadi sebelumnya; (4) Suhu selama penyimpanan tetap atau dianggap tetap (Syarif dan Halid, 1993).

# BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Bahan dan Alat Penelitian, (2) Metode Penelitian, (3) Prosedur Penelitian.



## Bahan dan Alat

### Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah keripik tempe produksi toko oleh-oleh Simanalagi yang diperoleh dari Pasar Kosambi Bandung, kemasan plastik PP, kemasan alumunium foil, dan kemasan kombinasi plastik dan alumunium foil (*standing pouch*).

Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah larutan aquadest, larutan KOH 0,1N, alkohol 95%, indikator PP, larutan HCl 4M, dan pereaksi TBA (0,2883 g TBA dalam 100 ml asam asetat glasial 90%).

### Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah sealer, cawan, oven, eksikator, tangkrus, timbangan digital, erlenmeyer, bunsen, kawat kasa, kaca arloji, buret, corong, kaki tiga, alat destilasi, waring blender, labu destilasi, batu didih, tabung reaksi, dan spektrofotometer.

## Metode Penelitian

Percobaan pendugaan umur simpan keripik tempe sebelum dilakukan pengemasan dan penyimpanan terlebih dahulu dilakukan analisis kimia terhadap kadar air, kadar FFA, dan bilangan TBA selanjutnya keripik tempe yang digunakan sebagai sampel penelitian dikemas menggunakan 3 jenis kemasan yang berbeda yaitu plastik PP, alumunium foil, serta kombinasi plastik dan alumunium

foil (*standing* *pouch*), kemudian disimpan pada suhu yang berbeda. Keripik tempe yang telah dikemas dalam kemasan yang berbeda dan disimpan pada suhu yang berbeda pula selanjutnya selang interval 5 hari sekali dilakukan sampling dan diuji respon kimia serta sifat organoleptik produk, meliputi atribut rasa, aroma, dan tekstur.

## Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan yang akan dilakukan yaitu penyimpanan keripik tempe yang telah dikemas di dalam kemasan plastik PP, alumunium foil, serta kombinasi plastik dan alumunium foil (*standing* *pouch*) dan disimpan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C.

### Rancangan Percobaan

Percobaan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah menganalisis respon kimia dan organoleptik terhadap keripik tempe setelah disimpan, kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan model Arrhenius. Hasil analisis kimia keripik tempe dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Kimia Keripik Tempe

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jenis Kemasan** | **Suhu Penyimpanan** | **Lama Penyimpanan (Hari)** | **Hasil Analisis** | | |
| **Kadar Air** | **Kadar FFA** | **Bilangan TBA** |
| Plastik PP, alumunium foil, kombinasi plastik dan alumunium foil (standing pouch) | 25°C | 0 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 20 |  |  |  |
| 35°C | 0 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 20 |  |  |  |
| 45°C | 0 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 15 |  |  |  |
| 20 |  |  |  |

Data hasil pengamatan kemudian dihitung menggunakan regresi linear dengan persamaan:

y = a + bx

Dimana: y = nilai analisis

a = nilai analisis pada saat mulai disimpan

b = laju nilai analisis (k)

x = waktu simpan (hari)

Penyimpanan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C persamaan regresinya adalah:

Suhu 25°C : y = a + bx (k = b)

Suhu 35°C : y = a + bx (k = b)

Suhu 45°C : y = a + bx (k = b)

Selanjutnya nilai k pada tiap-tiap suhu diterapkan dalam persamaan Arrhenius, yaitu:

ln k = ln k0 – E/RT

karena ln k0 dan –E/RT merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai:

ln k = A + B . 1/T

sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam sebuah grafik, maka akan diperoleh gambar sebagai berikut:

1/T

ln k

ln k = ln k0 – E/RT (1/T)

ln k = A – B (1/T)

Besarnya nilai E dapat diperoleh, yaitu sebagai berikut:

-E/R = B

dan nilai k0 diperoleh sebagai berikut:

ln k0 = A

Model atau persamaan untuk laju penurunan mutu tersebut adalah:

k = k0 .

untuk mengetahui umur simpan (ts) maka persamaan dapat diubah menjadi sebagai berikut:

ts =

dimana: ts = umur simpan (hari)

Q0 = nilai mutu awal

Qt = nilai batas kritis atau batas mutu akhir, ts = umur simpan

k = konstanta penurunan mutu pada suhu T

### Rancangan Analisis

Analisis pada keripik tempe ini adalah pendugaan umur simpan dengan menggunakan metode Arrhenius sehingga dari perhitungan tersebut diperoleh konstanta penurunan mutu (k). Setelah diketahui besarnya konstanta penurunan mutu maka dilanjutkan dengan perhitungan umur simpan (ts) sehingga dapat diketahui berapa besar umur simpan keripik tempe yang dikemas pada kemasan berbeda dan disimpan pada suhu berbeda.

### Rancangan Respon

Rancangan respon yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi respon kimia dan respon organoleptik.

1. Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan terhadap produk keripik tempe yaitu kadar air dengan metode gravimetri, kadar asam lemak bebas (FFA) dengan metode penentuan angka asam, dan bilangan *Thiobarbituric Acid* (TBA).

2. Respon Organoleptik

Respon organoleptik yang dilakukan terhadap produk keripik tempe adalah aroma, rasa, dan tekstur (kerenyahan) yang paling disukai. Metode yang digunakan dalam pengujian ini yaitu uji hedonik dengan menggunakan 20 orang panelis. Kriteria penilaian untuk uji hedonik tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Uji Organoleptik Skala Hedonik

|  |  |
| --- | --- |
| **Skala Hedonik** | **Skala Numerik** |
| Sangat suka | 6 |
| Suka | 5 |
| Agak suka | 4 |
| Agak tidak suka | 3 |
| Tidak suka | 2 |
| Sangat tidak suka | 1 |

Sumber: Soekarto, 1985

## Prosedur Penelitian

Produk keripik tempe dikemas dengan menggunakan 3 jenis kemasan yang berbeda, yaitu: plastik PP, alumunium foil, dan kombinasi plastik dan alumunium foil (*standing pouch*). Setelah itu dilakukan penyimpanan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C dengan waktu penyimpanan selama 20 hari dengan rentang pengamatan pada hari ke 0, 5, 10, 15, dan 20. Kemudian dilakukan analisis kimia dan organoleptik terhadap produk. Data yang diperoleh dari hasil analisis tersebut diolah dengan menggunakan model Arrhenius untuk menduga umur simpan produk keripik tempe. Diagram alir penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan diagram alir penelitian utama dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian Utama

# BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Kadar Air, (2) Kadar Asam Lemak Bebas (FFA), (3) Bilangan Asam Tiobarbiturat (TBA), (4) Uji Hedonik.



## Kadar Air

Berdasarkan hasil pengamatan kadar air keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil, kemasan kombinasi, dan kemasan plastik PP dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan kadar air selama proses penyimpanan, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar Air Keripik Tempe Selama Penyimpanan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Waktu Penyimpanan (Hari)** | **Suhu Penyimpanan** | | |
| **25°C** | **35°C** | **45°C** |
| **Kadar Air (%)** | | |
| Alumunium Foil | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 5 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| 15 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 20 | 2,5 | 2,5 | 3 |
| Kombinasi | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 5 | 1,5 | 1 | 1,5 |
| 10 | 2 | 1 | 1,5 |
| 15 | 2 | 2,5 | 2,5 |
| 20 | 2,5 | 3 | 4 |
| Plastik PP | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 10 | 2 | 1,5 | 2 |
| 15 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 20 | 3 | 3,5 | 5 |

Perubahan kadar air keripik tempe tersebut kemudian diplotkan ke dalam kurva pada Gambar 6.

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 6. Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Data pada Tabel 6 selanjutnya ditentukan persamaan regresinya. Hasil penentuan persamaan regresi dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Persamaan Regresi Linear Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan (hari) dengan Kadar Air (%) Keripik Tempe

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,4 + 0,09 x | 0,94 | 0,09 | -2,408 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,5 + 0,09 x | 0,96 | 0,09 | -2,408 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,4 + 0,11 x | 0,93 | 0,11 | -2,207 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,8 + 0,09 x | 0,94 | 0,09 | -2,408 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,3 + 0,13 x | 0,95 | 0,13 | -2,040 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,4 + 0,16 x | 0,92 | 0,16 | -1,833 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,7 + 0,12 x | 0,99 | 0,12 | -2,120 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,5 + 0,12 x | 0,87 | 0,12 | -2,120 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,3 + 0,2 x | 0,94 | 0,2 | -1,609 | 318 | 0,0031 |

Dari persamaan pada Tabel 7 didapat nilai a dan b pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan, dimana a adalah kadar air saat mulai disimpan, b adalah laju peningkatan kadar air (k), x adalah waktu penyimpanan (hari), dan y adalah kadar air.

Nilai b kadar air tertinggi terdapat pada keripik tempe yang disimpan pada suhu 45°C untuk masing-masing kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP yaitu 0,11, 0,16, dan 0,2. Sedangkan suhu penyimpanan 25°C dan 35°C yaitu 0,09 dan 0,09 (kemasan alumunium foil), 0,09 dan 0,13 (kemasan kombinasi), 0,12 dan 0,12 (kemasan plastik PP). Hal ini menunjukkan laju kadar air pada suhu 45°C selama penyimpanan dari hari ke-0 hingga hari ke-20 mengalami kenaikan lebih cepat dibandingkan dengan suhu penyimpanan 25°C dan 35°C. Artinya makin tinggi kadar air maka makin besar penurunan mutunya. Nilai b atau koefisien regresi menunjukkan nilai positif untuk suhu 25°C, 35°C, dan 45°C sehingga dapat dikatakan bahwa setiap nilai x (lama penyimpanan) menaikkan nilai y (kadar air). Akan tetapi setiap suhu menunjukkan nilai b yang berbeda, hal ini menunjukkan derajat kemiringan yang berbeda pula.

Koefisien relasi (r) pada setiap suhu memiliki nilai positif maka menandakan adanya hubungan linier sempurna langsung. Terlihat pada suhu penyimpanan 25°C yaitu 0,94 (kemasan alumunium foil), 0,94 (kemasan kombinasi), dan 0,99 (kemasan plastik PP), suhu 35°C yaitu 0,96 (kemasan alumunium foil), 0,95 (kemasan kombinasi), dan 0,87 (kemasan plastik PP), dan suhu 45°C yaitu 0,93 (kemasan alumunium foil), 0,92 (kemasan kombinasi), dan 0,94 (kemasan plastik PP). Maka hal tersebut menunjukkan hubungan lama penyimpanan sangat mempengaruhi nilai kadar air pada masing-masing suhu penyimpanan dan jenis kemasan.

Selanjutnya nilai ln k ini diterapkan ke dalam rumus Arrhenius, yaitu:

k = k0 .

atau ln k = ln k0 – E/RT

Karena ln k0 dan –E/RT merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai:

ln k = A + B . 1/T

Sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam satu kurva, maka akan diperoleh kurva seperti pada Gambar 7.

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 7. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar Air Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Dari kurva hubungan ln k dengan 1/T di atas maka didapatkan persamaan regresi linear untuk kemasan alumunium foil yaitu ln k = -0,484 – 574,286 x, untuk kemasan kombinasi yaitu ln k = 4,068 – 1905,714 x, dan untuk kemasan PP yaitu ln k = -2,771 – 1460 x. Kurva pada Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin kecil ln k maka nilai 1/T semakin besar, sedangkan nilai b atau koefisien regresi yang dihasilkan memberi nilai negatif yang menandakan adanya penurunan ln k kadar air oleh kenaikan suhu 1/T.

Nilai E dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

-E/R = B

Dimana nilai R dapat diketahui sebagai nilai konstanta gas sebesar 1,986 kal/mol. Sehingga didapat nilai energi aktivasi (E) untuk kemasan alumunium foil sebesar 1140,532 kal/mol°K, kemasan kombinasi sebesar 3784,748 kal/mol°K, dan kemasan PP sebesar 2899,560 kal/mol°K. Artinya dibutuhkan energi sebesar 1140,532 kal/mol°K, 3784,748 kal/mol°K, dan 2899,560 kal/mol°K untuk meningkatkan kadar air pada keripik tempe yang dikemas dengan kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP. Semakin besar nilai energi aktivasi (E) maka laju reaksi akan semakin lambat.

Selanjutnya nilai k0 dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

ln k0 = A

Sehingga didapat nilai k0 untuk kemasan alumunium foil sebesar 0,616, kemasan kombinasi sebesar 58,440, dan kemasan PP sebesar 15,975. Setelah didapatkan model Arrhenius seperti di atas, maka laju peningkatan kadar air (k) keripik tempe pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

k = k0 .

Nilai k tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Laju Peningkatan Kadar Air (k) Keripik Tempe

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Suhu** | **Nilai k** |
| Alumunium Foil | 25°C | 0,087 |
| 35°C | 0,098 |
| 45°C | 0,104 |
| Kombinasi | 25°C | 0,090 |
| 35°C | 0,131 |
| 45°C | 0,159 |
| Plastik PP | 25°C | 0,112 |
| 35°C | 0,149 |
| 45°C | 0,173 |

Hasil pada tabel di atas menunjukkan bahwa besarnya nilai k keripik tempe selama penyimpanan ditentukan oleh suhu dan jenis kemasan yang memiliki permeabilitas berbeda. Semakin tinggi suhu penyimpanan dan semakin besar nilai permeabilitas kemasan maka semakin besar nilai k produk. Nilai k menunjukkan perubahan kadar air produk terhadap waktu. Semakin besar nilai k, laju penurunan mutu menjadi lebih cepat.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 8, maka dapat dihitung umur simpan keripik tempe dengan menggunakan rumus:

ts =

dimana kadar air kritis (Qt) keripik tempe menurut SNI 01-2602-1992 adalah maksimal 3%, sehingga umur simpan keripik tempe pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Umur Simpan Keripik Tempe Berdasarkan Parameter Kadar Air

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Suhu** | **Umur Simpan** |
| Alumunium Foil | 25°C | 28,60 hari |
| 35°C | 25,50 hari |
| 45°C | 24,07 hari |
| Kombinasi | 25°C | 27,88 hari |
| 35°C | 19,04 hari |
| 45°C | 15,74 hari |
| Plastik PP | 25°C | 22,40 hari |
| 35°C | 16,73 hari |
| 45°C | 14,46 hari |

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa nilai kadar air keripik tempe mengalami peningkatan selama proses penyimpanan. Hal ini ditandai dengan nilai b yang menunjukkan konstanta penurunan mutu dari kadar air, dimana nilai b yang terbesar menunjukkan penurunan mutu yang paling besar. Sedangkan nilai a menunjukkan nilai dimana peningkatan kadar air mulai terjadi. Dengan demikian, penurunan mutu (nilai k) yang paling besar terjadi pada suhu 45°C untuk masing-masing jenis kemasan, untuk kemasan alumunium foil yaitu sebesar 0,104, kemasan kombinasi 0,159, dan kemasan plastik PP 0,173. Penurunan mutu (nilai k) yang terbesar terdapat pada kemasan plastik PP, hal ini menunjukkan bahwa kemasan yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kadar air keripik tempe dari yang tertinggi hingga terendah adalah kemasan plastik PP, kombinasi, dan alumunium foil.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh umur simpan paling lama untuk kemasan alumunium foil pada suhu 25°C yaitu 28,60 hari, suhu 35°C 25,50 hari, dan suhu 45°C 24,07 hari. Untuk kemasan kombinasi, umur simpan paling lama pada suhu 25°C yaitu 27,88 hari, suhu 35°C 19,04 hari, dan suhu 45°C 15,74 hari. Sedangkan untuk kemasan plastik PP, umur simpan paling lama pada suhu 25°C yaitu 22,40 hari, suhu 35°C 16,73 hari, dan suhu 45°C 14,46 hari.

Kadar air merupakan suatu komponen penting dalam bahan pangan, terutama produk kering, karena dapat menentukan sifat fisik produk tersebut seperti kerenyahan. Selain mempengaruhi sifat fisik, kadar air juga dapat mempengaruhi sifat kimia, sifat mikrobiologis, dan perubahan lainnya seperti perubahan enzimatis dan non enzimatis. Kadar air akan mengalami perubahan selama penyimpanan, sehingga kadar air sangat berpengaruh dalam menentukan daya tahan suatu bahan pangan. Sesuai dengan pernyataan Herawati (2008) bahwa faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk.

Kadar air keripik tempe dalam kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP selama penyimpanan cenderung meningkat pada ketiga suhu yaitu 25°C, 35°C, dan 45°C. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka peningkatan kadar airnya semakin tinggi. Hal tersebut diduga karena menurut Wigelar (2013), produk pangan yang dikeringkan memiliki sifat lebih higroskopis dibandingkan dengan produk asalnya, ini dikarenakan produk yang dikeringkan akan memiliki pori-pori yang cukup banyak dan kering sehingga dapat dengan mudah menyerap air. Hal tersebut menyebabkan kadar air meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Menurut Maulana (2011) higroskopis adalah kemampuan suatu zat untuk menyerap molekul air dari lingkungannya. Jika kelembaban relatif lingkungan tinggi, bahan akan menyerap sejumlah air dari lingkungan untuk menyesuaikan dengan kelembaban relatif lingkungan. Hal ini menyebabkan nilai kadar air mengalami peningkatan. Menurut Harris dan Fadli (2014) peningkatan kadar air melalui penyerapan uap air dari lingkungan menyebabkan produk pangan tersebut menurun mutunya. Penurunan mutu tersebut dapat diartikan bahwa produk pangan sudah mencapai batas umur simpannya karena sudah melewati batas kritis kadar airnya.

Selain dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, peningkatan kadar air juga dapat disebabkan oleh jenis kemasan yang digunakan, karena setiap jenis kemasan memiliki nilai permeabilitas yang berbeda. Menurut Wijaya (2007), naiknya kadar air dapat disebabkan oleh adanya permeabilitas bahan kemasan produk terhadap uap air. Penggunaan suhu penyimpanan yang berbeda dapat mempengaruhi sifat permeabilitas bahan kemasan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka permeabilitas bahan kemasan terhadap uap air akan semakin meningkat. Meningkatnya sifat permeabilitas ini akan membuat semakin banyak uap air dari lingkungan yang melewati bahan kemasan. Menurut Wigelar (2013), suhu yang lebih tinggi akan menyebabkan memuainya kemasan sehingga pori-pori kemasan akan membesar, maka pennyerapan uap air akan lebih cepat terjadi. Menurut Akbar, dkk., (2013) dalam Wulandari, dkk., (2013), umumya nilai permeabilitas film kemasan berguna untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas.

Menurut Sunoto (2006) ; Sampurno (2006) dalam Rosalina dan Silvia (2015), sifat permeabilitas terhadap laju transmisi uap air untuk kemasan alumunium foil adalah 0-1 g/m2/hari dan untuk kemasan polipropilen (PP) adalah 9,3-11 g/m2/hari. Sedangkan menurut Robertson (1993) dalam Maulana (2011), nilai permeabilitas uap air pada plastik PP sebesar 1,114-1,771 g/m2/24 jam dan alumunium foil sebesar 0,076-0,129 g/m2/24 jam. Ahmad, dkk. (2014) menyebutkan bahwa, kemasan kombinasi plastik dan alumunium foil (*standing* *pouch*) memiliki dua sisi dengan bahan yang berbeda yaitu plastik transparan yang teridentifikasi sebagai bahan yang tersusun dari *Ethylene Vinil Acetate* dengan permeabilitas 15,73 g/m2.24 jam dan sisi yang satunya berwarna silver yang teridentifikasi tersusun dari bahan *Polyprophilene* (PP) dengan permeabilitas 35,47 g/m2.24 jam, sedangkan untuk kemasan plastik jenis *Polyprophilene* (PP) dengan permeabilitas 29,60 g/m2.24 jam.

Kemampuan permeabilitas tiap kemasan berbeda-beda dan akan berpengaruh terhadap laju transmisi uap air. Semakin rendah laju transmisi uap air suatu kemasan, semakin sedikit jumlah uap air yang mampu menembus kemasan (Sembiring dan Hidayat, 2012). Oleh karena itu, laju peningkatan kadar air keripik tempe pada kemasan plastik PP merupakan yang paling tinggi karena permeabilitas atau laju transmisi uap airnya lebih tinggi dibandingkan kemasan kombinasi dan alumunium foil. Menurut Maulana (2011), permeabilitas uap air juga dapat dipengaruhi oleh ketebalan pada tiap kemasan, dimana semakin tebal bahan kemasan maka akan semakin kecil nilai permeabilitasnya, sehingga semakin sedikit jumlah uap air yang dapat menembus bahan kemasan dan menjadikan produk lebih terlindung serta tahan lama. Menurut Wulandari, dkk. (2013), plastik kemasan yang tipis memiliki permeabilitas uap air yang lebih besar, sehingga laju penetrasi uap air masuk ke dalam kemasan semakin besar dan laju perubahan kadar air semakin cepat.

Menurut Winarno (1991), air yang ada dalam produk akan menyebabkan proses hidrolisis, dimana lemak akan bereaksi dengan air sehingga terurai menjadi asam lemak dan gliserol, adanya asam lemak bebas (FFA) yang dihasilkan selama proses hidrolisis tersebut akan mengakibatkan ketengikan pada produk. Selanjutnya, asam lemak bebas yang dihasilkan tadi akan mengalami proses oksidasi, dimana asam lemak bebas akan bereaksi dengan oksigen dan terurai menjadi senyawa peroksida karena adanya cahaya dan suhu tinggi, senyawa peroksida ini bersifat tidak stabil sehingga akan terdegradasi menjadi senyawa aldehid, senyawa aldehid yang terbentuk akan teridentifikasi menjadi nilai TBA jika sudah direaksikan dengan larutan TBA, pembentukan senyawa aldehid yang mudah menguap akan menyebabkan bau khas yang disebut ketengikan. Menurut Ma’aruf (1990) dalam Dewi, dkk. (2011), TBA menghasilka bau dan rasa yang tidak enak dari senyawa-senyawa seperti hexanal, pentanal, dan malonaldehide.

Pada penelitian Kusumah (2014) juga menyatakan bahwa, kadar air semakin meningkat jika disimpan pada suhu yang semakin tinggi dan waktu yang lama, hal ini mempengaruhi proses ketengikan lemak terutama pada nilai FFA dan TBA karena nilai FFA dan TBA dapat meningkat diakibatkan oleh adanya kandungan air dalam produk. Pada kerusakan FFA air dapat memberikan nilai peroksida dan mengakibatkan kerusakan gugus aldehid TBA produk.

Menurut Raharjo (2004) kadar air yang terdapat pada produk yang bercampur dengan komponen lemak dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan ketengikan hidrolitik. Dalam reaksi hidrolisis, trigliserida akan terhidrolisis menjadi digliserida, monogliserida dan asam lemak bebas. Asam lemak tidak jenuh memiliki ikatan rangkap yang dapat mengikat oksigen membentuk peroksida. Peroksida merupakan bahan kimia yang dapat mempercepat proses oksidasi.

## Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Berdasarkan hasil pengamatan kadar FFA keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil, kemasan kombinasi, dan kemasan plastik PP dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan kadar FFA selama proses penyimpanan, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Kadar FFA Keripik Tempe Selama Penyimpanan**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Waktu Penyimpanan (Hari)** | **Suhu Penyimpanan** | | |
| **25°C** | **35°C** | **45°C** |
| **Kadar FFA (%)** | | |
| Alumunium Foil | 0 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | 0,6 | 0,72 | 0,72 |
| 10 | 0,68 | 0,72 | 0,8 |
| 15 | 0,84 | 0,8 | 0,96 |
| 20 | 0,92 | 1 | 1,16 |
| Kombinasi | 0 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | 1 | 0,84 | 0,8 |
| 10 | 1,04 | 0,88 | 0,88 |
| 15 | 1,08 | 0,88 | 1 |
| 20 | 1,1 | 1,12 | 1,3 |
| Plastik PP | 0 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | 0,48 | 0,56 | 1 |
| 10 | 0,8 | 0,88 | 1,04 |
| 15 | 0,96 | 1 | 1,08 |
| 20 | 0,96 | 1,3 | 1,5 |

Perubahan kadar FFA keripik tempe tersebut kemudian diplotkan ke dalam kurva pada Gambar 8.

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 8. Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar FFA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Data pada Tabel 10 selanjutnya ditentukan persamaan regresinya. Hasil penentuan persamaan regresi dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Persamaan Regresi Linear Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan (hari) dengan Kadar FFA (%) Keripik Tempe

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,384 + 0,0288 x | 0,97 | 0,0288 | -3,547 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,424 + 0,0288 x | 0,92 | 0,0288 | -3,547 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,408 + 0,0384 x | 0,97 | 0,0384 | -3,260 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,58 + 0,0328 x | 0,78 | 0,0328 | -3,417 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,48 + 0,0328 x | 0,88 | 0,0328 | -3,417 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,428 + 0,0432 x | 0,96 | 0,0432 | -3,142 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,352 + 0,0352 x | 0,96 | 0,0352 | -3,347 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,332 + 0,048 x | 0,99 | 0,048 | -3,037 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,5 + 0,0488 x | 0,84 | 0,0488 | -3,020 | 318 | 0,0031 |

Dari persamaan pada Tabel 11 didapat nilai a dan b pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan, dimana a adalah kadar FFA saat mulai disimpan, b adalah laju peningkatan kadar FFA (k), x adalah waktu penyimpanan (hari), dan y adalah kadar air.

Nilai b kadar air tertinggi terdapat pada keripik tempe yang disimpan pada suhu 45°C untuk masing-masing kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP yaitu 0,0384, 0,0432, dan 0,0488. Sedangkan suhu penyimpanan 25°C dan 35°C yaitu 0,0288 dan 0,0288 (kemasan alumunium foil), 0,0328 dan 0,0328 (kemasan kombinasi), 0,0352 dan 0,048 (kemasan plastik PP). Hal ini menunjukkan laju kadar air pada suhu 45°C selama penyimpanan dari hari ke-0 hingga hari ke-20 mengalami kenaikan lebih cepat dibandingkan dengan suhu penyimpanan 25°C dan 35°C. Artinya makin tinggi kadar air maka makin besar penurunan mutunya. Nilai b atau koefisien regresi menunjukkan nilai positif untuk suhu 25°C, 35°C, dan 45°C sehingga dapat dikatakan bahwa setiap nilai x (lama penyimpanan) menaikkan nilai y (kadar air). Akan tetapi setiap suhu menunjukkan nilai b yang berbeda, hal ini menunjukkan derajat kemiringan yang berbeda pula.

Koefisien relasi (r) pada setiap suhu memiliki nilai positif maka menandakan adanya hubungan linier sempurna langsung. Terlihat pada suhu penyimpanan 25°C yaitu 0,97 (kemasan alumunium foil), 0,78 (kemasan kombinasi), dan 0,96 (kemasan plastik PP), suhu 35°C yaitu 0,92 (kemasan alumunium foil), 0,88 (kemasan kombinasi), dan 0,99 (kemasan plastik PP), dan suhu 45°C yaitu 0,97 (kemasan alumunium foil), 0,96 (kemasan kombinasi), dan 0,84 (kemasan plastik PP). Maka hal tersebut menunjukkan hubungan lama penyimpanan sangat mempengaruhi nilai kadar air pada masing-masing suhu penyimpanan dan jenis kemasan.

Selanjutnya nilai ln k ini diterapkan ke dalam rumus Arrhenius, yaitu:

k = k0 .

atau ln k = ln k0 – E/RT

Karena ln k0 dan –E/RT merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai:

ln k = A + B . 1/T

Sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam satu kurva, maka akan diperoleh kurva seperti pada Gambar 9.

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 9. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar FFA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Dari kurva hubungan ln k dengan 1/T di atas maka didapatkan persamaan regresi linear untuk kemasan alumunium foil yaitu ln k = -0,8 – 820 x, untuk kemasan kombinasi yaitu ln k = -0,785 – 785,714 x, dan untuk kemasan PP yaitu ln k = 0,602 – 1155,714 x. Kurva pada Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin kecil ln k maka nilai 1/T semakin besar, sedangkan nilai b atau koefisien regresi yang dihasilkan memberi nilai negatif yang menandakan adanya penurunan ln k kadar FFA oleh kenaikan suhu 1/T.

Nilai E dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

-E/R = B

Dimana nilai R dapat diketahui sebagai nilai konstanta gas sebesar 1,986 kal/mol. Sehingga didapat nilai energi aktivasi (E) untuk kemasan alumunium foil sebesar 1628,520 kal/mol°K, kemasan kombinasi sebesar 1560,428 kal/mol°K, dan kemasan PP sebesar 2295,248 kal/mol°K. Artinya dibutuhkan energi sebesar 1628,520 kal/mol°K, 1560,428 kal/mol°K, dan 2295,248 kal/mol°K untuk meningkatkan kadar FFA pada keripik tempe yang dikemas dengan kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP. Semakin besar nilai energi aktivasi (E) maka laju reaksi akan semakin lambat.

Selanjutnya nilai k0 dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

ln k0 = A

Sehingga didapat nilai k0 untuk kemasan alumunium foil sebesar 0,449, kemasan kombinasi sebesar 0,456, dan kemasan PP sebesar 1,826. Setelah didapatkan model Arrhenius seperti di atas, maka laju peningkatan kadar FFA (k) keripik tempe pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

k = k0 .

Nilai k tersebut dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai Laju Peningkatan Kadar FFA (k) Keripik Tempe

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Suhu** | **Nilai k** |
| Alumunium Foil | 25°C | 0,028 |
| 35°C | 0,033 |
| 45°C | 0,035 |
| Kombinasi | 25°C | 0,032 |
| 35°C | 0,037 |
| 45°C | 0,040 |
| Plastik PP | 25°C | 0,036 |
| 35°C | 0,045 |
| 45°C | 0,051 |

Hasil pada tabel di atas menunjukkan bahwa besarnya nilai k keripik tempe selama penyimpanan ditentukan oleh suhu dan jenis kemasan yang memiliki permeabilitas berbeda. Semakin tinggi suhu penyimpanan dan semakin besar nilai permeabilitas kemasan maka semakin besar nilai k produk. Nilai k menunjukkan perubahan kadar FFA produk terhadap waktu. Semakin besar nilai k, laju penurunan mutu menjadi lebih cepat.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 12, maka dapat dihitung umur simpan keripik tempe dengan menggunakan rumus:

ts =

dimana kadar FFA kritis (Qt) keripik tempe menurut SNI 01-2602-1992 adalah maksimal 3%, sehingga umur simpan keripik tempe pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Umur Simpan Keripik Tempe Berdasarkan Parameter Kadar FFA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Suhu** | **Umur Simpan** |
| Alumunium Foil | 25°C | 24,61 hari |
| 35°C | 20,89 hari |
| 45°C | 19,24 hari |
| Kombinasi | 25°C | 21,57 hari |
| 35°C | 18,43 hari |
| 45°C | 17,04 hari |
| Plastik PP | 25°C | 18,95 hari |
| 35°C | 15,04 hari |
| 45°C | 13,40 hari |

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa nilai kadar FFA keripik tempe mengalami peningkatan selama proses penyimpanan. Hal ini ditandai dengan nilai b yang menunjukkan konstanta penurunan mutu dari kadar FFA, dimana nilai b yang terbesar menunjukkan penurunan mutu yang paling besar. Sedangkan nilai a menunjukkan nilai dimana peningkatan kadar FFA mulai terjadi. Dengan demikian, penurunan mutu (nilai k) yang paling besar terjadi pada suhu 45°C untuk masing-masing jenis kemasan, untuk kemasan alumunium foil yaitu sebesar 0,035, kemasan kombinasi 0,040, dan kemasan plastik PP 0,051. Penurunan mutu (nilai k) yang terbesar terdapat pada kemasan plastik PP, hal ini menunjukkan bahwa kemasan yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kadar FFA keripik tempe dari yang tertinggi hingga terendah adalah kemasan plastik PP, kombinasi, dan alumunium foil.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh umur simpan paling lama untuk kemasan alumunium foil pada suhu 25°C yaitu 24,61 hari, suhu 35°C 20,89 hari, dan suhu 45°C 19,24 hari. Untuk kemasan kombinasi umur simpan paling lama pada suhu 25°C yaitu 21,57 hari, suhu 35°C 18,43 hari, dan suhu 45°C 17,04 hari. Sedangkan untuk kemasan plastik PP umur simpan paling lama pada suhu 25°C yaitu 18,95 hari, suhu 35°C 15,04 hari, dan suhu 45°C 13,40 hari.

Asam lemak bebas merupakan hasil perombakan yang terjadi pada asam lemak yang disebabkan adanya reaksi kompleks pada minyak. Sehingga kerusakan pada bahan pangan yang melalui proses penggorengan dapat terjadi akibat jumlah asam lemak bebas yang semakin meningkat dan menyebabkan ketengikan (Rismariani, 2015). Jumlah asam-asam lemak bebas yang semakin meningkat merupakan tanda dari adanya proses ketengikan dalam bahan pangan. Asam-asam lemak bebas dihasilkan dari proses hidrolisis karena terdapatnya sejumlah air dalam lemak atau minyak. Hasil hidrolisis lemak dalam bahan pangan tidak hanya mengakibatkan bau yang tidak enak, tetapi juga dapat menurunkan nilai gizi, karena kerusakan vitamin larut lemak dan asam lemak esensial dalam lemak (Ketaren, 2008).

Kadar FFA keripik tempe dalam kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP selama penyimpanan cenderung meningkat pada ketiga suhu yaitu 25°C, 35°C, dan 45°C. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka peningkatan kadar FFA pun semakin tinggi. Hal ini karena menurut Hapsari (2014), suhu yang lebih tinggi membuat reksi kerusakan secara kimia yang terjadi dalam produk menjadi lebih cepat. Lebih jauh, reaksi hidrolisis dapat dipercepat dengan bantuan suhu tinggi sebagai katalis. Menurut Maulana (2011), semakin lama penyimpanan, maka proses oksidasi dan hidrolisa akan semakin meningkat intensitas aktivitasnya sehingga memberi kenaikan pada nilai asam lemak bebasnya, yang menyebabkan timbulnya ketengikan pada produk. Selain itu, menurut Rismariani (2015), semakin lama penggunaan minyak untuk menggoreng semakin tinggi pula kandungan asam lemak bebas yang terbentuk.

Jenis kemasan yang berbeda dapat berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas keripik tempe selama penyimpanan. Setiap jenis kemasan memiliki permeabilitas terhadap oksigen yang berbeda, sehingga dapat mempengaruhi proses oksidasi yang terjadi pada produk. Menurut Sunoto (2006) ; Sampurno (2006) dalam Rosalina dan Silvia (2015), sifat permeabilitas terhadap laju transmisi oksigen untuk kemasan alumunium foil adalah 0-1 mic/m2/hari/atm dan untuk kemasan polipropilen (PP) adalah 3340 mic/m2/hari/atm. Sedangkan menurut Maulana (2011) laju transmisi oksigen pada plastik PP sebesar 0,714 cc/m2/24 jam dan alumunium foil sebesar 0,2933 cc/m2/24 jam.

Struktur molekul bahan kemasan alumunium foil lebih rapat dibandingkan dengan bahan kemasan lain, sehingga akan memperlambat proses masuknya uap air dan oksigen melalui pori-pori bahan kemasan. Kerapatan struktur molekul bahan kemasan akan menyebabkan tingkat laju transmisi uap air bahan kemasan alumunium foil akan rendah (Sanjaya, 2007). Hal ini disebabkan adanya logam pada bahan kemasan alumunium foil yang merupakan kemasan logam murni. Kemasan alumunium foil lebih mampu mempertahankan nilai kadar asam lemak bebas dibandingkan kemasan lainnya, karena kemasan alumunium foil lebih mampu menahan masuknya gas dan uap air sehingga ketengikan yang disebabkan oleh reaksi oksidasi dan hidrolisis dapat diminimalisir (Maulana, 2011).

## Bilangan Asam Tiobarbiturat (TBA)

Berdasarkan hasil pengamatan bilangan TBA keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil, kemasan kombinasi, dan kemasan plastik PP dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan bilangan TBA selama proses penyimpanan, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Bilangan TBA Keripik Tempe Selama Penyimpanan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Waktu Penyimpanan (Hari)** | **Suhu Penyimpanan** | | |
| **25°C** | **35°C** | **45°C** |
| **Bilangan TBA (mg malonaldehid/kg sampel)** | | |
| Alumunium Foil | 0 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| 5 | 0,753 | 0,426 | 0,445 |
| 10 | 0,955 | 0,744 | 0,688 |
| 15 | 0,956 | 1,212 | 1,170 |
| 20 | 1,278 | 1,381 | 1,568 |
| Kombinasi | 0 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| 5 | 0,655 | 0,360 | 0,646 |
| 10 | 0,708 | 0,749 | 1,048 |
| 15 | 1,039 | 1,072 | 1,165 |
| 20 | 1,236 | 1,338 | 1,867 |
| Plastik PP | 0 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| 5 | 0,314 | 0,342 | 0,777 |
| 10 | 0,538 | 0,571 | 1,034 |
| 15 | 1,081 | 0,983 | 1,338 |
| 20 | 1,287 | 1,521 | 2,345 |

Perubahan bilangan TBA keripik tempe tersebut kemudian diplotkan ke dalam kurva pada Gambar 10.

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 10. Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Bilangan TBA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Data pada Tabel 14 selanjutnya ditentukan persamaan regresinya. Hasil penentuan persamaan regresi dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Persamaan Regresi Linear Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan (hari) dengan Bilangan TBA (%) Keripik Tempe

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,3267 + 0,04916 x | 0,93 | 0,04916 | -3,013 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,1329 + 0,06496 x | 0,99 | 0,06496 | -2,734 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,0917 + 0,07123 x | 0,99 | 0,07123 | -2,642 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,2464 + 0,05111 x | 0,97 | 0,05111 | -2,974 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,1160 + 0,06178 x | 0,99 | 0,06178 | -2,784 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,1844 + 0,07909 x | 0,98 | 0,07909 | -2,537 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,0655 + 0,06084 x | 0,98 | 0,06084 | -2,800 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,0365 + 0,06767 x | 0,98 | 0,06767 | -2,693 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,1384 + 0,09904 x | 0,97 | 0,09904 | -2,312 | 318 | 0,0031 |

Dari persamaan pada Tabel 15 didapat nilai a dan b pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan, dimana a adalah bilangan TBA saat mulai disimpan, b adalah laju peningkatan bilangan TBA (k), x adalah waktu penyimpanan (hari), dan y adalah kadar air.

Nilai b kadar air tertinggi terdapat pada keripik tempe yang disimpan pada suhu 45°C untuk masing-masing kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP yaitu 0,07123, 0,07909, dan 0,09904. Sedangkan suhu penyimpanan 25°C dan 35°C yaitu 0,04916 dan 0,06496 (kemasan alumunium foil), 0,0328 dan 0,0328 (kemasan kombinasi), 0,05111 dan 0,06178 (kemasan plastik PP). Hal ini menunjukkan laju kadar air pada suhu 45°C selama penyimpanan dari hari ke-0 hingga hari ke-20 mengalami kenaikan lebih cepat dibandingkan dengan suhu penyimpanan 25°C dan 35°C. Artinya makin tinggi kadar air maka makin besar penurunan mutunya. Nilai b atau koefisien regresi menunjukkan nilai positif untuk suhu 25°C, 35°C, dan 45°C sehingga dapat dikatakan bahwa setiap nilai x (lama penyimpanan) menaikkan nilai y (kadar air). Akan tetapi setiap suhu menunjukkan nilai b yang berbeda, hal ini menunjukkan derajat kemiringan yang berbeda pula.

Koefisien relasi (r) pada setiap suhu memiliki nilai positif maka menandakan adanya hubungan linier sempurna langsung. Terlihat pada suhu penyimpanan 25°C yaitu 0,93 (kemasan alumunium foil), 0,97 (kemasan kombinasi), dan 0,98 (kemasan plastik PP), suhu 35°C yaitu 0,99 (kemasan alumunium foil), 0,99 (kemasan kombinasi), dan 0,98 (kemasan plastik PP), dan suhu 45°C yaitu 0,99 (kemasan alumunium foil), 0,98 (kemasan kombinasi), dan 0,97 (kemasan plastik PP). Maka hal tersebut menunjukkan hubungan lama penyimpanan sangat mempengaruhi nilai kadar air pada masing-masing suhu penyimpanan dan jenis kemasan.

Selanjutnya nilai ln k ini diterapkan ke dalam rumus Arrhenius, yaitu:

k = k0 .

atau ln k = ln k0 – E/RT

Karena ln k0 dan –E/RT merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai:

ln k = A + B . 1/T

Sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam satu kurva, maka akan diperoleh kurva seperti pada Gambar 11.

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 11. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Bilangan TBA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Dari kurva hubungan ln k dengan 1/T di atas maka didapatkan persamaan regresi linear untuk kemasan alumunium foil yaitu ln k = 1,275 – 1259,286 x, untuk kemasan kombinasi yaitu ln k = 1,711 – 1384,286 x, dan untuk kemasan PP yaitu ln k = 2,154 – 1470,714 x. Kurva pada Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin kecil ln k maka nilai 1/T semakin besar, sedangkan nilai b atau koefisien regresi yang dihasilkan memberi nilai negatif yang menandakan adanya penurunan ln k kadar FFA bilangan TBA oleh kenaikan suhu 1/T.

Nilai E dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

-E/R = B

Dimana nilai R dapat diketahui sebagai nilai konstanta gas sebesar 1,986 kal/mol. Sehingga didapat nilai E untuk kemasan alumunium foil sebesar 2500,942 kal/mol°K, kemasan kombinasi sebesar 2749,192 kal/mol°K, dan kemasan PP sebesar 2920,838 kal/mol°K. Artinya dibutuhkan energi sebesar 2500,942 kal/mol°K, 2749,192 kal/mol°K, dan 2920,838 kal/mol°K untuk meningkatkan bilangan TBA pada keripik tempe yang dikemas dengan kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP. Semakin besar nilai energi aktivasi (E) maka laju reaksi akan semakin lambat.

Selanjutnya nilai k0 dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

ln k0 = A

Sehingga didapat nilai k0 untuk kemasan alumunium foil sebesar 3,579, kemasan kombinasi sebesar 5,534, dan kemasan PP sebesar 8,619. Setelah didapatkan model Arrhenius seperti di atas, maka laju peningkatan bilangan TBA (k) keripik tempe pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

k = k0 .

Nilai k tersebut dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Nilai Laju Peningkatan bilangan TBA (k) Keripik Tempe

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Suhu** | **Nilai k** |
| Alumunium Foil | 25°C | 0,049 |
| 35°C | 0,064 |
| 45°C | 0,072 |
| Kombinasi | 25°C | 0,050 |
| 35°C | 0,066 |
| 45°C | 0,076 |
| Plastik PP | 25°C | 0,058 |
| 35°C | 0,078 |
| 45°C | 0,090 |

Hasil pada tabel di atas menunjukkan bahwa besarnya nilai k keripik tempe selama penyimpanan ditentukan oleh suhu dan jenis kemasan yang memiliki permeabilitas berbeda. Semakin tinggi suhu penyimpanan dan semakin besar nilai permeabilitas kemasan maka semakin besar nilai k produk. Nilai k menunjukkan perubahan bilangan TBA produk terhadap waktu. Semakin besar nilai k, laju penurunan mutu menjadi lebih cepat.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 16, maka dapat dihitung umur simpan keripik tempe dengan menggunakan rumus:

ts =

dimana bilangan TBA kritis (Qt) keripik tempe adalah maksimal 3 mg malonaldehid/kg sampel, karena menurut Ketaren (1986) bahan pangan telah mengalami ketengikan lebih lanjut apabila telah mencapai nilai malonaldehid > 3 mg malonaldehid/kg sampel, sehingga umur simpan keripik tempe pada masing-masing jenis kemasan dan suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Umur Simpan Keripik Tempe Berdasarkan Parameter Bilangan TBA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Suhu** | **Umur Simpan** |
| Alumunium Foil | 25°C | 57,62 hari |
| 35°C | 44,79 hari |
| 45°C | 39,49 hari |
| Kombinasi | 25°C | 57 hari |
| 35°C | 43,21 hari |
| 45°C | 37,63 hari |
| Plastik PP | 25°C | 49,10 hari |
| 35°C | 36,59 hari |
| 45°C | 31,58 hari |

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa bilangan TBA keripik tempe mengalami peningkatan selama proses penyimpanan. Hal ini ditandai dengan nilai b yang menunjukkan konstanta penurunan mutu dari bilangan TBA, dimana nilai b yang terbesar menunjukkan penurunan mutu yang paling besar. Sedangkan nilai a menunjukkan nilai dimana peningkatan bilangan TBA mulai terjadi. Dengan demikian, penurunan mutu yang paling besar terjadi pada suhu 45°C untuk masing-masing jenis kemasan, untuk kemasan alumunium foil yaitu sebesar 0,072, kemasan kombinasi 0,076, dan kemasan plastik PP 0,090. Penurunan mutu (nilai k) yang terbesar terdapat pada kemasan plastik PP, hal ini menunjukkan bahwa kemasan yang paling berpengaruh terhadap peningkatan bilangan TBA keripik tempe dari yang tertinggi hingga terendah adalah kemasan plastik PP, kombinasi, dan alumunium foil.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh umur simpan paling lama untuk kemasan alumunium foil pada suhu 25°C yaitu 57,62 hari, suhu 35°C 44,79 hari, dan suhu 45°C 39,49 hari. Untuk kemasan kombinasi umur simpan paling lama pada suhu 25°C yaitu 57 hari, suhu 35°C 43,21 hari, dan suhu 45°C 37,63 hari. Sedangkan untuk kemasan plastik PP umur simpan paling lama pada suhu 25°C yaitu 49,10 hari, suhu 35°C 36,59 hari, dan suhu 45°C 31,58 hari.

Bilangan TBA keripik tempe dalam kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP selama penyimpanan cenderung meningkat pada ketiga suhu yaitu 25°C, 35°C, dan 45°C. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka peningkatan bilangan TBA-nya semakin besar. Hal tersebut dikarenakan menurut Winarno (1991), peningkatan nilai TBA selama penyimpanan disebabkan karena terjadinya kerusakan lemak yang menyebabkan timbulnya bau dan rasa tengik akibat reaksi oksidasi antara asam lemak tidak jenuh yang terdapat dalam produk pangan dengan udara. Rismariani (2015) juga menyebutkan bahwa, meningkatnya suhu penyimpanan akan mempengaruhi laju oksidasi produk. Sedangkan menurut Ketaren (2008), peningkatan suhu selama penyimpanan menyebabkan meningkatnya derajat ketengikan akibat oksidasi lemak yang akan berpengaruh terhadap pembentukan malonaldehid pada bahan pangan.

Menurut Maulana (2011), adanya gas (oksigen) menyebabkan terjadinya proses oksidasi minyak atau lemak, sehingga terbentuk peroksida dan hidroperoksida. Tingkat selanjutnya ialah terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehida dan keton serta asam-asam lemak bebas, senyawa aldehida ini akan menimbulkan ketengikan.

Bilangan TBA menunjukkan jumlah malonaldehid yang ada pada produk, yaitu hasil oksidasi lemak (Kurniawati, 2007). Pengukuran malonaldehid merupakan salah satu cara untuk mengukur tingkat ketengikan lemak (Gordon, 1990 dalam Kurniawati, 2007). Ketengikan terjadi bila komponen cita rasa dan bau yang mudah menguap terbentuk sebagai akibat kerusakan oksidatif dari lemak dan minyak yang tak jenuh. Komponen-komponen ini menyebabkan bau dan cita rasa yang tak dinginkan dalam lemak dan minyak dan produk-produk yang mengandung lemak dan minyak itu (Buckle *et al*., 2010). Bahan pangan telah mengalami ketengikan yang lanjut apabila telah mencapai nilai malonaldehid > 3 mg malonaldehid/kg bahan. Kekurangan dari metode pengujian TBA yaitu asam TBA bersifat tidak stabil dan mengalami dekomposisi di bawah kondisi pengujian (dengan adanya pemanasan dan asam keras). Hasil degradasi tersebut memiliki warna yang sama (terabsorpsi pada panjang gelombang yang sama) dengan kompleks TBA malonaldehid (Ketaren, 2008).

## Uji Hedonik

Untuk mengetahui apakah sifat sensorik suatu komoditi atau produk tertentu dapat diterima oleh masyarakat atau tidak, dapat dilakukan suatu pengujian yang disebut uji penerimaan. Salah satu uji penerimaan yang dapat digunakan untuk mengetahui kesan konsumen mengenai baik buruknya suatu produk yaitu uji hedonik. Dalam uji hedonik panelis dimintakan tanggapan pribadinya secara spontan mengenai kesukaan atau ketidaksukaan terhadap suatu produk. Atribut yang digunakan untuk menilai keripik tempe melalui uji hedonik yaitu meliputi rasa, aroma, dan tekstur.

### Rasa

Rasa suatu bahan makanan memegang peranan penting terhadap penerimaan selera konsumen (Soekarto, 1985). Rasa merupakan komponen sifat sensori yang penting dalam penerimaan produk pangan. Rasa merupakan faktor yang paling penting dalam mengambil keputusan terakhir konsumen untuk menerima atau menolak suatu bahan makanan. Rasa dinilai dengan adanya tanggapan rangsangan kimiawi oleh indera pencicip (lidah) dimana akhirnya kesatuan interaksi antara sifat-sifat dari keseluruhan rasa makanan yang dinilai (Maulana, 2011).

Data hasil uji hedonik pada hari ke-0 terhadap atribut rasa dapat dilihat pada tabel 18. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 12.

Tabel 18. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Rasa** | **Taraf Nyata** |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 5,05 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 5,05 | a |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 5,10 | a |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 5,15 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 5,15 | a |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | a |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 5,20 | a |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | a |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | a |

Gambar 12. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-0, dapat diketahui bahwa panelis menyukai rasa keripik tempe yang belum mengalami penyimpanan. Grafik pada gambar 12 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 45°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-5 terhadap atribut rasa dapat dilihat pada tabel 19. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 13.

Tabel 19. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Rasa** | **Taraf Nyata** |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 4,40 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,55 | a |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,60 | a |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,60 | a |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,65 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,80 | a |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,85 | a |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,85 | a |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,95 | a |

Gambar 13. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-5, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai rasa keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 5 hari. Grafik pada gambar 13 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan kombinasi dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 45°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-10 terhadap atribut rasa dapat dilihat pada tabel 20. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 14.

Tabel 20. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Rasa** | **Taraf Nyata** |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 4,05 | a |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,40 | ab |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,45 | ab |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,45 | ab |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,45 | ab |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,60 | ab |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,65 | ab |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,65 | b |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,90 | b |

Gambar 14. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-10, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai rasa keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 10 hari. Grafik pada gambar 14 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 45°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan plastik PP dengan suhu penyimpanan 45°C. Bahan kemasan yang digunakan dapat mempengaruhi perubahan rasa pada keripik tempe, karena setiap jenis kemasan memiliki kemampuan berbeda dalam menyerap cahaya dan gas sehingga akan mempengaruhi komponen penyusun citarasa yang ada di dalam produk. Menurut Maulana (2011), perubahan rasa selama penyimpanan dipengaruhi dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas dan kadar air keripik selama penyimpanan. Selain itu, meningkatnya tingkat kekerasan dan menurunnya kerenyahan pada keripik tersebut menyebabkan terjadinya penurunan rasa pada keripik selama disimpan.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-15 terhadap atribut rasa dapat dilihat pada tabel 21. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 15.

Tabel 21. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Rasa** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 3,70 | a |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 4,00 | ab |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,40 | bc |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,40 | bc |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,55 | bc |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,60 | bc |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,70 | c |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,85 | c |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 5,05 | c |

Gambar 15. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-15, dapat diketahui bahwa terdapat panelis yang masih menyukai, agak menyukai, dan agak tidak menyukai rasa keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 15 hari. Grafik pada gambar 15 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-20 terhadap atribut rasa dapat dilihat pada tabel 22. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 16.

Tabel 22. Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Rasa** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 3,45 | a |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 3,70 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,00 | ab |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,30 | bc |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,35 | bc |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,35 | bc |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,45 | bc |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,70 | c |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,75 | c |

Gambar 16. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-20, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai dan agak tidak menyukai rasa keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 20 hari. Grafik pada gambar 16 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

### Aroma

Aroma bahan makanan banyak menentukan kelezatan bahan makanan tersebut. Dalam banyak hal, enaknya makanan ditentukan oleh baunya (Soekarto, 1985). Aroma adalah sensasi dari senyawa volatil yang diterima oleh rongga hidung (Wijaya, 2009).

Data hasil uji hedonik pada hari ke-0 terhadap atribut aroma dapat dilihat pada tabel 23. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 17.

Tabel 23. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Aroma** | **Taraf Nyata** |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 4,65 | a |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,70 | a |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,75 | a |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,80 | a |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,80 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,80 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,90 | a |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,90 | a |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,90 | a |

Gambar 17. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-0, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai aroma keripik tempe yang belum mengalami penyimpanan. Grafik pada gambar 17 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 45°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-5 terhadap atribut aroma dapat dilihat pada tabel 24. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 18.

Tabel 24. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Aroma** | **Taraf Nyata** |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 4,15 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,30 | ab |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,50 | ab |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,60 | ab |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,65 | b |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,70 | b |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,80 | b |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,80 | b |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,85 | b |

Gambar 18. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-5, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai aroma keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 5 hari. Grafik pada gambar 18 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 45°C.

Perubahan aroma adalah masalah yang sensitif dalam produk pangan. Hal ini disebabkan karena adanya deteksi oleh sel-sel pembau di dalam hidung yang mampu mencium bau yang terbentuk meskipun pada konsentrasi yang sangat rendah. Terbentuknya beberapa molekul *off-flavor* pada produk akan dapat merusak flavor secara keseluruhan. Salah satu yang paling umum adalah terjadinya ketengikan baik akibat dari hidrolisa maupun oksidasi (Arpah, 2001). Cahaya adalah akselerator terhadap timbulnya ketengikan. Kombinasi dari oksigen dan cahaya dapat mempercepat proses oksidasi (Susilawati dan Dewi, 2011).

Data hasil uji hedonik pada hari ke-10 terhadap atribut aroma dapat dilihat pada tabel 25. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 19.

Tabel 25. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Aroma** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 3,80 | a |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 3,80 | a |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 3,95 | ab |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,10 | ab |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,15 | ab |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,15 | ab |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,25 | ab |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,25 | ab |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,40 | b |

Gambar 19. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-10, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai dan agak tidak menyukai aroma keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 10 hari. Grafik pada gambar 19 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan kombinasi dengan suhu penyimpanan 45°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-15 terhadap atribut aroma dapat dilihat pada tabel 26. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 20.

Tabel 26. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Aroma** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 3,80 | a |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 3,85 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,10 | ab |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,10 | ab |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,15 | abc |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,35 | bc |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,40 | bc |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,45 | bc |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,70 | c |

Gambar 20. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-15, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai dan agak tidak menyukai aroma keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 15 hari. Grafik pada gambar 20 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-20 terhadap atribut aroma dapat dilihat pada tabel 27. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 21.

Tabel 27. Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Aroma** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 3,35 | a |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 3,45 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 3,95 | b |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,05 | bc |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,20 | bc |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,30 | bc |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,35 | bc |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,45 | bc |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,55 | c |

Gambar 21. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-20, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai dan agak tidak menyukai aroma keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 20 hari. Grafik pada gambar 21 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

### Tekstur

Data hasil uji hedonik pada hari ke-0 terhadap atribut aroma dapat dilihat pada tabel 28. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 22.

Tabel 28. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Tekstur** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,95 | a |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 5,00 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 5,00 | a |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 5,05 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 5,05 | a |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | a |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 5,25 | a |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | a |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 5,40 | a |

Gambar 22. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-0, dapat diketahui bahwa panelis menyukai dan agak menyukai tekstur keripik tempe yang belum mengalami penyimpanan. Grafik pada gambar 22 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan kombinasi dengan suhu penyimpanan 35°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

Kerenyahan merupakan suatu perubahan sifat fisik pada bahan pangan akibat dari reaksi deteriorasi selama penyimpanan yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban relatif. Tergantung pada tingkat deteriorasi yang berlangsung, perubahan tersebut dapat menyebabkan produk pangan tidak dapat digunakan untuk tujuan seperti yang seharusnya, atau bahkan tidak dapat dikonsumsi sehingga dikategorikan sebagai bahan kadaluwarsa (Arpah, 2001).

Data hasil uji hedonik pada hari ke-5 terhadap atribut tekstur dapat dilihat pada tabel 29. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 23.

Tabel 29. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Tekstur** | **Taraf Nyata** |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 5,00 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 5,05 | a |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 5,05 | a |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 5,10 | a |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 5,15 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 5,15 | a |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | a |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 5,25 | a |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 5,35 | a |

Gambar 23. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-5, dapat diketahui bahwa panelis menyukai tekstur keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 5 hari. Grafik pada gambar 23 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 45°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-10 terhadap atribut tekstur dapat dilihat pada tabel 30. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 24.

Tabel 30. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Tekstur** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,75 | a |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,95 | ab |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 5,00 | ab |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 5,00 | ab |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 5,05 | ab |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 5,15 | ab |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 5,15 | ab |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | b |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | b |

Gambar 24. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-10, dapat diketahui bahwa panelis menyukai dan agak menyukai tekstur keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 10 hari. Grafik pada gambar 24 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 25°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

Penurunan kerenyahan selama penyimpanan menurut Maulana (2011), disebabkan karena selama penyimpanan kelembaban relatif yang tinggi dalam ruang penyimpanan menyebabkan produk menyerap sejumlah air dari lingkungan sehingga kadar air pada keripik salak meningkat dan mempengaruhi nilai kerenyahannya. Air akan melarutkan dan melunakan matriks pati atau protein yang ada pada sebagian besar bahan pangan yang mengakibatkan perubahan kekuatan mekanik termasuk kerenyahan, sehingga semakin meningkatnya kadar air produk selama penyimpanan akan semakin berkurang kerenyahannya.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-15 terhadap atribut tekstur dapat dilihat pada tabel 31. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 25.

Tabel 31. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Rasa** | **Taraf Nyata** |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 4,60 | a |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,65 | a |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,70 | ab |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,75 | abc |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,75 | abc |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,90 | abc |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 5,05 | abc |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 5,15 | bc |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 5,20 | c |

Gambar 25. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-15, dapat diketahui bahwa panelis menyukai dan agak menyukai tekstur keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 15 hari. Grafik pada gambar 25 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 35°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 45°C.

Data hasil uji hedonik pada hari ke-20 terhadap atribut tekstur dapat dilihat pada tabel 32. Dan untuk lebih jelasnya, data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 26.

Tabel 32. Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Rata-rata Rasa** | **Taraf Nyata** |
| 35 PP  (suhu 35°C kemasan plastik PP) | 4,25 | a |
| 45 PP  (suhu 45°C kemasan plastik PP) | 4,40 | ab |
| 25 PP  (suhu 25°C kemasan plastik PP) | 4,45 | abc |
| 45 AP  (suhu 45°C kemasan kombinasi) | 4,70 | abcd |
| 25 AP  (suhu 25°C kemasan kombinasi) | 4,75 | bcd |
| 35 AP  (suhu 35°C kemasan kombinasi) | 4,80 | bcd |
| 45 AL  (suhu 45°C kemasan alumunium foil) | 4,85 | cd |
| 25 AL  (suhu 25°C kemasan alumunium foil) | 4,95 | d |
| 35 AL  (suhu 35°C kemasan alumunium foil) | 4,95 | d |

Gambar 26. Grafik Hasil Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

Berdasarkan hasil uji hedonik keripik tempe pada hari ke-20, dapat diketahui bahwa panelis agak menyukai tekstur keripik tempe yang sudah mengalami penyimpanan selama 20 hari. Grafik pada gambar 26 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil dengan suhu penyimpanan 35°C, sedangkan tingkat kesukaan terendah terdapat pada keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan plastik PP dengan suhu penyimpanan 35°C.

# BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Kesimpulan dan (2) Saran.



## Kesimpulan

## Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan laju peningkatan kadar air, didapatkan umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil yaitu 28,60 hari pada suhu 25°C, 25,50 hari pada suhu 35°C, dan 24,07 hari pada suhu 45°C. Untuk keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan kombinasi alumunium foil dan plastik PP, memiliki umur simpan yaitu 27,88 hari pada suhu 25°C, 19,04 hari pada suhu 35°C, dan 15,74 hari pada suhu 45°C. Untuk keripik tempe yang dikemas menggunakan plastik PP, memiliki umur simpan yaitu 22,40 hari pada suhu 25°C, 16,73 hari pada suhu 35°C, dan 14,46 hari pada suhu 45°C.
2. Berdasarkan laju peningkatan kadar FFA, didapatkan umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil yaitu 24,61 hari pada suhu 25°C, 20,89 hari pada suhu 35°C, dan 19,24 hari pada suhu 45°C. Untuk keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan kombinasi alumunium foil dan plastik PP, memiliki umur simpan yaitu 21,57 hari pada suhu 25°C, 18,43 hari pada suhu 35°C, dan 17,04 hari pada suhu 45°C. Untuk keripik tempe yang dikemas menggunakan plastik PP, memiliki umur simpan yaitu 18,95 hari pada suhu 25°C, 15,04 hari pada suhu 35°C, dan 13,40 hari pada suhu 45°C.
3. Berdasarkan laju peningkatan bilangan TBA, didapatkan umur simpan keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil yaitu 57,62 hari pada suhu 25°C, 44,79 hari pada suhu 35°C, dan 39,49 hari pada suhu 45°C. Untuk keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan kombinasi alumunium foil dan plastik PP, memiliki umur simpan yaitu 57 hari pada suhu 25°C, 43,21 hari pada suhu 35°C, dan 37,63 hari pada suhu 45°C. Untuk keripik tempe yang dikemas menggunakan plastik PP, memiliki umur simpan yaitu 49,10 hari pada suhu 25°C, 36,59 hari pada suhu 35°C, dan 31,58 hari pada suhu 45°C.
4. Peningkatan kadar air tertinggi terdapat pada suhu penyimpanan 45°C untuk kemasan alumunium foil yaitu 3%, kemasan kombinasi yaitu 4%, dan kemasan plastik PP yaitu 5%. Peningkatan kadar FFA tertinggi terdapat pada suhu penyimpanan 45°C untuk kemasan alumunium foil yaitu 1,16%, kemasan kombinasi yaitu 1,3%, dan kemasan plastik PP yaitu 1,5%. Peningkatan bilangan TBA tertinggi terdapat pada suhu penyimpanan 45°C untuk kemasan alumunium foil yaitu 1,568 mg malonaldehid/kg sampel, kemasan kombinasi yaitu 1,867 mg malonaldehid/kg sampel, dan kemasan plastik PP yaitu 2,345 mg malonaldehid/kg sampel.
5. Umur simpan terbaik pada penelitian pendugaan umur simpan keripik tempe ini adalah 57,62 hari dengan berdasarkan parameter bilangan TBA. Jenis kemasan yang paling baik adalah alumunium foil karena dapat lebih memperpanjang umur simpan keripik tempe dibandingkan dengan kemasan kombinasi dan plastik PP.
6. Berdasarkan hasil uji hedonik terhadap atibut rasa, aroma, dan tekstur yang dilakukan pada hari ke-0 hingga hari ke-20, rata-rata panelis menyukai keripik tempe yang dikemas menggunakan kemasan alumunium foil, karena tingkat kesukaan tertinggi rata-rata terdapat pada keripik tempe yang dikemas dengan kemasan alumunium foil, sedangkan tingkat kesukaan terendah rata-rata terdapat pada keripik tempe yang dikemas dengan kemasan plastik PP.

## Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang dilakukan, saran-saran yang dapat disampaikan adalah :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai nilai permeabilitas kemasan kombinasi.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai ketebalan dari kemasan alumunium foil, kemasan plastik PP, dan kemasan kombinasi.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menduga umur simpan keripik tempe menggunakan jenis kemasan lain sebagai perbandingan umur simpan.
4. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menduga umur simpan keripik tempe berdasarkan parameter fisik, parameter mikrobiologi, dan parameter kimia lainnya, karena penelitian ini hanya berdasarkan parameter kimia berupa kadar air, kadar FFA, dan bilangan TBA.

# DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, L., M. Limonu, M. Mahendradatta, dan A. Tawali. 2014. **Kajian Pengembangan “*Crackers Nike*” Hasil Formulasi Tepung Jagung dan Ikan Nike (Suatu usaha untuk diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal)**. Hibah Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (Hibah Pekerti). Universitas Gorontalo.

Anagari, H., S. A. Mustaniroh, dan Wignyanto. 2011. **Penentuan Umur Simpan Minuman Fungsional Sari Akar Alang-alang dengan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) (Studi Kasus di UKM “R.Rovit” Batu-Malang)**. Jurnal Agrointek Volume 5, No. 2, Agustus 2011.

AOAC. 1995. **Association of Official Analytical Chemist**. **Official Methods of Analysis**. 16th Edition, Volume II. AOAC Press. Washington DC.

Arpah. 2001. **Buku dan Monograf Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan**. Program Studi Ilmu Pangan. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.

Astawan, M. 2003. **Tetap Sehat dengan Produk Makanan Olahan**. PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri. Solo.

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

Dewi, E. N., R. Ibrahim, dan N. Yuaniva. 2011. **Daya Simpan Abon Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus* Trewavas) yang Diproses dengan Metode Penggorengan Berbeda**. Jurnal Saintek Perikanan Vol. 6, No. 1, 2011 : 6-12.

Estiasih, T. dan Kgs Ahmadi, 2009. **Teknologi Pengolahan Pangan.** Bumi Aksara. Jakarta.

Evawati, A. A. 2007. **Mempelajari Proses Pembuatan keripik Ubi Kayu Kajian Lama Gelatinisai Serta Analisa Finansial**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Floros, J. D. and V. Gnanasekharan. 1993. **Shelf Life Prediction of Packaged Foods: Chemichal, Biological, Physical, and Nutritional Aspects**.G. Chlaralambous (Ed.). Elsevier Publ.London.

Hapsari, R. K. 2014. **Penerapan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT)-Arrhenius Untuk Konfirmasi Umur Simpan Produk Biskuit**. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.

Hariyadi, P. 2004. **Prinsip-prinsip pendugaan** **masa kedaluwarsa dengan metode *Accelerated*** ***Shelf Life Test***. Pelatihan Pendugaan Waktu Kedaluwarsa (*Self Life*). Bogor, 1−2 Desember 2004. Pusat Studi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.

Hariyadi, P. 2008. **Pengemasan Pangan: “You don’t get second chance to make a first impression”**. Artikel Industri Kemasan Indonesia. <http://phariyadi.staff.ipb.ac.id/files/2013/10/Pengemasan-Pangan.pdf>. Diakses: 30 April 2016.

Harris, H. dan M. Fadli. 2014. **Penentuan Umur Simpan (*Shelf Life*) Pundang Selulang (*Rasbora* *sp*) yang Dikemas Menggunakan Kemasan Vakum dan Tanpa Vakum**. Jurnal Saintek Perikanan Vol. 9, No. 2 : 53-62.

Herawati, H. 2008. **Penentuan Umur Simpan Pada Produk Pangan**. Jurnal Litbang Pertanian, 27 (4), 2008.

Institute of Food Science and Technology. 1974. **Shelf Life of Food**. J. Food Sci. 39 : 861−865.

Jaringan Masyarakat Gunung Halimun dan Peka Indonesia. 2006. **Modul Pelatihan Pengolahan Produk Hasil Pertanian**. http://peka- indonesia.org. Diakses: 1 Mei 2016.

Ketaren, S. 2008. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**. UI Press. Jakarta.

Kurniawati, M. 2007. **Penentuan Formula Antioksidan Untuk Menghambat Ketengikan Pada Bumbu Ayam Goreng Kalasan Selama Satu Bulan**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.

Kusnandar, F. 2004. **Aplikasi program computer sebagai alat bantu penentuan umur simpan produk pangan: metode Arrhenius.** Pelatihan Pendugaan Waktu Kedaluwarsa (*Shelf Life*) Bahan dan Produk Pangan. Bogor, 1−2Desember 2004. Pusat Studi Pangan dan Gizi,Institut Pertanian Bogor.

Kusumah, P. 2014. **Pendugaan Umur Simpan Mie Jagung Instan dengan Menggunakan Metode Arrhenius**. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan. Bandung.

Latief. 2000. **Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable**. Hayati-IPB. Bogor.

Maulana, F. 2011. **Pendugaan Umur Simpan Keripik Salak**. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.

Mareta, D. T. dan S. Nur A. 2011. **Pengemasan Produk Sayuran dengan Bahan Kemas Plastik Pada Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu Dingin**. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian, Vol. 7, No. 1, 2011 : Hal. 26-40.

Muslikhah, S., C. Anam, dan MA. M. Andriani. 2013. **Penyimpanan Tempe dengan Metode Modifikasi Atmosfer (*Modified Atmosphere*) Untuk Mempertahankan Kualitas dan Daya Simpan**. Jurnal Teknosains Pangan, Vol. 2, No. 3, Juli 2013.

Nurminah, M. 2002. **Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan yang Dikemas**. USU Digital Library. Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.

Pramono. 2006. **Tempe dalam Kehidupan Masyarakat Umumnya**. Penerbit PT. Intermasa. Karangan Trenggalek.

Purnomo, H. 1995. **Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan**. UI Press. Jakarta.

Putro, J. S., I. W. Budiastra, dan U. Ahmad. 2012. **Optimasi Penggoengan Hampa dan Penyimpanan Keripik Ikan Pepetek (*Leiognathus sp.*)**. Jurnal Keteknikan Pertanian, Vol. 26, No. 1, April 2012.

Puspita, C. 2016. **Pendugaan Umur Simpan Keripik Pisang Kepok Putih (*Musa acuminate* sp.) dalam Berbagai Jenis Kemasan dengan Model Pendekatan Arrhenius**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Rahmawati, F. 2013. **Pengemasan dan Pelabelan**. Disampaikan dalam Pelatihan Kewirausahaan bagi Kelompok UPPKS, BPPM DIY. Jurusan Pendidikan Teknik Boga dan Busana, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.

Raharjo, S. 2004. **Kerusakan Oksidatif Pada Makanan**. UGM Press. Yogyakarta.

Rismariani. 2015. **Pendugaan Umur Simpan Abon Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Menggunakan Metode Arrhenius**. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin. Makassar.

Rosalina, Y. dan E. Silvia. 2015. **Kajian Perubahan Mutu Selama Peyimpanan dan Pendugaan Umur Simpan Keripik Ikan Beledang dalam Kemasan Polypropylene Rigid**. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia Vol. 7, No. 1, 2015.

Sanjaya, Y. 2007. **Pengaruh Lama Perputaran *Spinner* dalam Pembuatan Keripik Salak (*Salacca edulis* Reinw) Terhadap Pendugaan Umur Simpan dengan Kemasan Plastik *Oriented Polypropylene* (opp), *Metalized* (co-pp/ me) dan Alumunium Foil**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sembiring, B. S. dan T. Hidayat. 2012. **Perubahan Mutu Lada Hijau Kering Selama Penyimpanan Pada Tiga Macam Kemasan dan Tingkatan Suhu**. Jurnal Littri 18 (3), September 2012. Hlm. 115-124.

Soekarto, S. T. 1985. **Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta.

Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 2010. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta.

Sulistyowati, A. 2001. **Membuat Keripik Buah dan Sayur**. Puspa Swara. Jakarta.

Susilawati dan P. C. Dewi. 2011. **Pengaruh Jenis Kemasan dan Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Kimia, Mikrobiologi dan Organoleptik Permen Karamel Susu Kambing**. Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian Volume 16, No.1, Maret 2011.

Suradi, K. 2005. **Pengemasan Bahan Pangan Hasil Ternak dan Penentuan Waktu Kadaluarsa**. Dibawakan dalam seminar : Fasilitas Penanganan Pengemasan Olahan Ternak pada tanggal 5-7 Juni 2005 di Makasar- Sulawesi Selatan.

Suwandi, dkk. 2015. **Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai**. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementrian Pertanian. Jakarta.

Syarief, R. dan H. Halid. 1993. **Teknologi Penyimpanan Pangan**. Penerbit Arcan. Bandung.

Syarief, R. dan S. Santausa. 1993. **Petunjuk Laboratorium Teknologi Pengemasan**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.

Wigelar, O. T. 2013. **Pendugaan Umur Simpan Susu Skim Serbuk dengan Metode *Foam-mat Drying* dengan Berbagai Suhu Penyimpanan yang Dikemas dalam Alumunium Foil**. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan. Bandung.

Wijaya, C. H. 2007. **Pendugaan Umur Simpan Produk Kopi Instan Formula Merk-Z dengan Metode Arrhenius**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.

Wijaya, C. H. 2009. **Sensasi Rasa**. Food Review Indonesia Vol. IV, No. 10, Oktober 2009.

Winarno, F. G. 1991. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Wulandari, A., S. Waluyo, dan D. D. Novita. 2013. **Prediksi Umur Simpan Kerupuk Kemplang dalam Kemasan Plastik Polipropilen Beberapa Ketebalan**. Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 2, No. 2 : 105-114.

# LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis

**1. Kadar Air Metode Gravimetri (AOAC, 1995)**

Sampel sebanyak 1 sampai 2 gram ditimbang kemudian dimasukkan kedalam cawan. Cawan tersebut dimasukkan kedalam oven dengan suhu 102°C sampai 105°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang bobotnya. Ulangi pekerjaan ini hingga didapatkan bobot tetap. Kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

% Kadar Air = x 100

Keterangan: W0 = Bobot botol timbang kosong (gram)

W1 = Bobot botol timbang konstan dengan bahan (gram)

W2 = Bobot botol timbang dengan bahan konstan (gram)

**2. Kadar Asam Lemak Bebas / *Free Fatty Acid* (FFA) (AOAC, 1995)**

Sampel sebanyak 5 sampai 10 gram ditambah 25 ml alkohol netral 95% kemudian dipanaskan 10 menit dalam penangas air sambil diaduk dan ditutup kaca arloji. Setelah didinginkan kemudian dititrasi dengan KOH 0,1N menggunakan indikator *phenolphthalein* (PP) hingga tepat warna merah jambu. Kadar FFA dihitung dengan rumus sebagai berikut:

% FFA = x 100

Keterangan: V = Volume titrasi

Ws = Berat sampel (gram)

BM = Berat molekul

Keterangan : (Sudarmadji, dkk., 2010)

BM dari minyak kelapa sawit, sebagai asam palmitat = 256

BM dari minyak kelapa, sebagai asam laurat = 200

BM dari susu, sebagai asam oleat = 282

BM dari jagung dan kedelai, sebagai asam linoleat = 278

**3. Analisis Bilangan TBA (Woods dan Aurand, 1977 dalam Kurniawati, 2007)**

Bahan ditimbang sebanyak 10 gram dengan teliti lalu dimasukkan ke dalam penghalus dan ditambahkan 50 ml aquades serta dihancurkan 2 menit. Sampel dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu destilasi sambil dicuci dengan 47,5 ml aquadest. Sebanyak 2,5 ml HCl 4 M ditambahkan sampai pH 1,5 lalu dimasukkan batu didih dan pencegah buih (*antifoaming*) dan didestilasi hingga diperoleh 50 ml destilat selama 10 menit pemanasan. Destilat diaduk kemudian 5 ml destilat dipipet ke dalam tabung tertutup lalu ditambah 5 ml pereaksi TBA. Tabung reaksi ditutup dan dipanaskan 35 menit dalam air mendidih. Blanko disiapkan dengan mencampurkan 5 ml aquadest dan 5 ml pereaksi TBA. Tabung reaksi didinginkan 10 menit dan diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 528 nm dengan menggunakan blanko sebagai titik nol. Pelarut TBA dibuat dengan cara mencampur 0,2883 g TBA dalam 100 ml asam asetat glasial 90%. Pelarutan ini dipercepat dengan pemanasan memakai penangas air. Bilangan TBA dinyatakan dalam mg malonaldehid per kg sampel.

Bilangan TBA (mg MDA/kg sampel) =

Keterangan: A = Absorbansi

W = Berat sampel (gram)

**4. Analisis Organoleptik dengan Uji Hedonik**

Analisis organoleptik dilakukan dengan menggunakan uji hedonik. Dalam uji hedonik panelis dimintakan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau sebaliknya ketidaksukaan dengan mengemukakan tingkat kesukaannya. Tingkat-tingkat kesukaan ini disebut skala hedonik, misalnya sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka, tidak suka, sangat tidak suka. Dalam penganalisisan skala hedonik ditransformasikan menjadi skala numerik dengan angka menaik menurut tingkat kesukaan. Dengan data numerik ini dapat dilakukan analisis statistik.

Lampiran 2. Formulir Uji Hedonik

FORMULIR UJI HEDONIK

Nama Panelis :

Tanggal Pengujian :

Sampel : Keripik Tempe

Instruksi : Berikanlah penilaian pada setiap sampel dengan salah satu angka yang sesuai dengan pernyataan di bawah ini:

1. Sangat Tidak Suka

2. Tidak Suka

3. Agak Tidak Suka

4. Agak Suka

5. Suka

6. Sangat Suka

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Atribut Mutu** | | |
| **Rasa** | **Aroma** | **Tekstur** |
| **229** |  |  |  |
| **207** |  |  |  |
| **293** |  |  |  |
| **329** |  |  |  |
| **307** |  |  |  |
| **393** |  |  |  |
| **429** |  |  |  |
| **407** |  |  |  |
| **493** |  |  |  |

Lampiran 3. Perhitungan pendugaan umur simpan keripik tempe berdasarkan parameter kadar air

Tabel 33. Hasil Analisis Kadar Air Produk Selama Penyimpanan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Waktu Penyimpanan (Hari)** | **Suhu Penyimpanan** | | |
| **25°C** | **35°C** | **45°C** |
| **Kadar Air (%)** | | |
| Alumunium Foil | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 5 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| 15 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 20 | 2,5 | 2,5 | 3 |
| Kombinasi | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 5 | 1,5 | 1 | 1,5 |
| 10 | 2 | 1 | 1,5 |
| 15 | 2 | 2,5 | 2,5 |
| 20 | 2,5 | 3 | 4 |
| Plastik PP | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 10 | 2 | 1,5 | 2 |
| 15 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 20 | 3 | 3,5 | 5 |

Diketahui : W0 = 25,76 gram

W1 = 27,76 gram

W2 = 27,75 gram

Ditanyakan : % Kadar air?

Jawab : % Kadar Air = x 100

% Kadar Air = x 100

% Kadar Air = 0,5 %

Tabel 34. Perhitungan Regresi Linear Kadar Air dalam Kemasan Alumunium Foil

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | 100 | 1 | 1 | 10 |
| 15 | 225 | 1,5 | 2,25 | 22,5 |
| 20 | 400 | 2,5 | 6,25 | 50 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 6,5 | ∑y2 = 10,75 | ∑xy = 87,5 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | 100 | 1,5 | 2,25 | 15 |
| 15 | 225 | 1,5 | 2,25 | 22,5 |
| 20 | 400 | 2,5 | 6,25 | 50 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 7 | ∑y2 = 12 | ∑xy = 92,5 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | 100 | 1,5 | 2,25 | 15 |
| 15 | 225 | 1,5 | 2,25 | 22,5 |
| 20 | 400 | 3 | 9 | 60 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 7,5 | ∑y2 = 14,75 | ∑xy = 102,5 |

a =

a =

a = 0,4

b =

b =

b = 0,09

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,4 + 0,09 x

Suhu 35°C, y = 0,5 + 0,09 x

Suhu 45°C, y = 0,3 + 0,11 x

Tabel 35. Perhitungan Regresi Linear Kadar Air dalam Kemasan Kombinasi

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1,5 | | 2,25 | 7,5 |
| 10 | 100 | 2 | | 4 | 20 |
| 15 | 225 | 2 | | 4 | 30 |
| 20 | 400 | 2,5 | | 6,25 | 50 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 8,5 | | ∑y2 = 16,75 | ∑xy = 107,5 |
| **Suhu 35°C** | | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1 | | 1 | 5 |
| 10 | 100 | 1 | | 1 | 10 |
| 15 | 225 | 2,5 | | 6,25 | 37,5 |
| 20 | 400 | 3 | | 9 | 60 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 8 | | ∑y2 = 17,5 | ∑xy = 112,5 |
| **Suhu 45°C** | | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | | **Kadar Air (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | | 0,5 | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | | 1,5 | 2,25 | 7,5 |
| 10 | 100 | | 1,5 | 2,25 | 15 |
| 15 | 225 | | 2,5 | 6,25 | 37,5 |
| 20 | 400 | | 4 | 16 | 80 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | | ∑y = 10 | ∑y2 = 27 | ∑xy = 140 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,8 + 0,09 x

Suhu 35°C, y = 0,3 + 0,13 x

Suhu 45°C, y = 0,4 + 0,16 x

Tabel 36. Perhitungan Regresi Linear Kadar Air dalam Kemasan Plastik PP

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1,5 | 2,25 | 7,5 |
| 10 | 100 | 2 | 4 | 20 |
| 15 | 225 | 2,5 | 6,25 | 37,5 |
| 20 | 400 | 3 | 9 | 60 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 9,5 | ∑y2 = 21,75 | ∑xy = 125 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1,5 | 2,25 | 7,5 |
| 10 | 100 | 1,5 | 2,25 | 15 |
| 15 | 225 | 1,5 | 2,25 | 22,5 |
| 20 | 400 | 3,5 | 12,25 | 70 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 8,5 | ∑y2 = 19,25 | ∑xy = 115 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar Air (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,5 | 0,25 | 0 |
| 5 | 25 | 1,5 | 2,25 | 7,5 |
| 10 | 100 | 2 | 4 | 20 |
| 15 | 225 | 2,5 | 6,25 | 37,5 |
| 20 | 400 | 5 | 25 | 100 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 11,5 | ∑y2 = 37,75 | ∑xy = 165 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,7 + 0,12 x

Suhu 35°C, y = 0,5 + 0,12 x

Suhu 45°C, y = 0,4 + 0,2 x

Dengan demikian, untuk penyimpanan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C dalam kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP persamaan regresinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 37. Persamaan Regresi Linear Kadar Air Produk

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,4 + 0,09 x | 0,94 | 0,09 | -2,408 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,5 + 0,09 x | 0,96 | 0,09 | -2,408 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,4 + 0,11 x | 0,93 | 0,11 | -2,207 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,8 + 0,09 x | 0,94 | 0,09 | -2,408 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,3 + 0,13 x | 0,95 | 0,13 | -2,040 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,4 + 0,16 x | 0,92 | 0,16 | -1,833 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,7 + 0,12 x | 0,99 | 0,12 | -2,120 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,5 + 0,12 x | 0,87 | 0,12 | -2,120 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,3 + 0,2 x | 0,94 | 0,2 | -1,609 | 318 | 0,0031 |

Selanjutnya apabila nilai-nilai ln k ini diterapkan dalam rumus Arrhenius, yaitu :

k = k0 . e-E/RT

atau ln k = ln k0 – E/RT

karena ln k0 dan –E/R merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai :

ln k = A + B . 1/T

sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam sebuah grafik, maka akan diperoleh gambar sebagai berikut :

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 27. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar Air Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Sehingga didapat persamaan regresi :

Kemasan alumunium foil, ln k = -0,484 – 574,286 x

Kemasan kombinasi, ln k = 4,068 – 1905,714 x

Kemasan plastik PP, ln k = 2,771 – 1460 x

Tabel 38. Perhitungan Regresi Linear nilai K dengan 1/T Berdasarkan Parameter Kadar Air

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -2,408 | -0,0081 | 1,156 x 10-5 | 5,7982 |
| 0,0032 | -2,408 | -0,0078 | 1,024 x 10-5 | 5,7982 |
| 0,0031 | -2,207 | -0,0069 | 0,961 x 10-5 | 4,87206 |
| ∑x = 0,00975 | ∑y = -7,023 | ∑xy = -0,0228 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 16,4685 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -2,408 | -0,0081 | 1,156 x 10-5 | 5,7982 |
| 0,0032 | -2,040 | -0,0066 | 1,024 x 10-5 | 4,1625 |
| 0,0031 | -1,833 | -0,0058 | 0,961 x 10-5 | 3,35835 |
| ∑x = 0,00975 | ∑y = -6,281 | ∑xy = -0,0205 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 13,3191 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -2,120 | -0,0071 | 1,156 x 10-5 | 4,49552 |
| 0,0032 | -2,120 | -0,0069 | 1,024 x 10-5 | 4,49552 |
| 0,0031 | -1,609 | -0,0051 | 0,961 x 10-5 | 2,59029 |
| ∑x = 0,00975 | ∑y = -5,850 | ∑xy = -0,0191 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 11,5813 |

Maka didapatkan :

Kemasan alumunium foil, A = -0,484; B = -574,286; r = -0,76

Kemasan kombinasi, A = 4,068; B = -1905,714; r = -0,99

Kemasan plastik PP, A = 2,771; B = -1460; r = -0,76

Dengan demikian nilai E dapat diperoleh yaitu sebagai berikut :

-E/R = B

Kemasan alumunium foil,

-E/R = -574,286

R = 1,986 kal/mol°K

E = 1140,532 kal/mol

Kemasan kombinasi,

-E/R = -1905,714

R = 1,986 kal/mol°K

E = 3784,748 kal/mol

Kemasan plastik PP,

-E/R = -1460

R = 1,986 kal/mol°K

E = 2899,560 kal/mol

dan nilai k0 diperoleh sebagai berikut :

ln k0 = A

Kemasan alumunium foil,

ln k0 = -0,484

k0 = 0,616

Kemasan kombinasi,

ln k0 = 4,068

k0 = 58,440

Kemasan plastik PP,

ln k0 = 2,771

k0 = 15,975

Dengan demikian persamaan untuk laju peningkatan kadar air produk adalah :

k = k0 x eB(1/T)

dari persamaan tersebut, diperoleh nilai k dari masing-masing suhu yaitu :

Kemasan alumunium foil

Suhu 25°C, k = 0,616 x e-574,286 (0,0034) = 0,087/hari

Suhu 35°C, k = 0,616 x e-574,286 (0,0032) = 0,098/hari

Suhu 45°C, k = 0,616 x e-574,286 (0,0031) = 0,104/hari

Kemasan kombinasi

Suhu 25°C, k = 58,440 x e-1905,714 (0,0034) = 0,090/hari

Suhu 35°C, k = 58,440 x e-1905,714 (0,0032) = 0,131/hari

Suhu 45°C, k = 58,440 x e-1905,714 (0,0031) = 0,159/hari

Kemasan plastik PP

Suhu 25°C, k = 15,975 x e-1460 (0,0034) = 0,112/hari

Suhu 35°C, k = 15,975 x e-1460 (0,0032) = 0,149/hari

Suhu 45°C, k = 15,975 x e-1460 (0,0031) = 0,173/hari

dengan kinetika reaksi ordo nol, ts =

dimana Qt= kadar air kritis

Q0 = kadar air awal produk

Maka umur simpan keripik tempe dapat dihitung sebagai berikut :

Kemasan alumunium foil

Suhu 25°C : ts = = 28,60 hari

Suhu 35°C : ts = = 25,50 hari

Suhu 45°C : ts = = 24,07 hari

Kemasan kombinasi

Suhu 25°C : ts = = 27,88 hari

Suhu 35°C : ts = = 19,04 hari

Suhu 45°C : ts = = 15,74 hari

Kemasan plastik PP

Suhu 25°C : ts = = 22,40 hari

Suhu 35°C : ts = = 16,73 hari

Suhu 45°C : ts = = 14,46 hari

Lampiran 4. Perhitungan pendugaan umur simpan keripik tempe berdasarkan parameter kadar FFA

Tabel 39. Hasil Analisis Kadar FFA Produk Selama Penyimpanan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Waktu Penyimpanan (Hari)** | **Suhu Penyimpanan** | | |
| **25°C** | **35°C** | **45°C** |
| **Kadar FFA (%)** | | |
| Alumunium Foil | 0 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | 0,6 | 0,72 | 0,72 |
| 10 | 0,68 | 0,72 | 0,8 |
| 15 | 0,84 | 0,8 | 0,96 |
| 20 | 0,92 | 1 | 1,16 |
| Kombinasi | 0 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | 1 | 0,84 | 0,8 |
| 10 | 1,04 | 0,88 | 0,88 |
| 15 | 1,08 | 0,88 | 1 |
| 20 | 1,1 | 1,12 | 1,3 |
| Plastik PP | 0 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | 0,48 | 0,56 | 1 |
| 10 | 0,8 | 0,88 | 1,04 |
| 15 | 0,96 | 1 | 1,08 |
| 20 | 0,96 | 1,3 | 1,5 |

Diketahui : V KOH = 0,8 ml

N KOH = 0,1 N

Ws = 5 gram

BM asam lemak (asam laurat) = 200

Ditanyakan : % FFA?

Jawab : % FFA = x 100

% FFA = x 100

% FFA = 0,32 %

Tabel 40. Perhitungan Regresi Linear Kadar FFA dalam Kemasan Alumunium Foil

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 0,6 | 0,36 | 3 |
| 10 | 100 | 0,68 | 0,4624 | 6,8 |
| 15 | 225 | 0,84 | 0,7056 | 12,6 |
| 20 | 400 | 0,92 | 0,8464 | 18,4 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,36 | ∑y2 = 2,4768 | ∑xy = 40,8 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 0,72 | 0,5184 | 3,6 |
| 10 | 100 | 0,72 | 0,5184 | 7,2 |
| 15 | 225 | 0,8 | 0,64 | 12 |
| 20 | 400 | 1 | 1 | 20 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,56 | ∑y2 = 2,7792 | ∑xy = 42,8 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 0,72 | 0,5184 | 3,6 |
| 10 | 100 | 0,8 | 0,64 | 8 |
| 15 | 225 | 0,96 | 0,9216 | 14,4 |
| 20 | 400 | 1,16 | 1,3456 | 23,2 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,96 | ∑y2 = 3,528 | ∑xy = 49,2 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,384 + 0,0288 x

Suhu 35°C, y = 0,424 + 0,0288 x

Suhu 45°C, y = 0,408 + 0,0384 x

Tabel 41. Perhitungan Regresi Linear Kadar FFA dalam Kemasan Kombinasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | 100 | 1,04 | 1,0816 | 10,4 |
| 15 | 225 | 1,08 | 1,1664 | 16,2 |
| 20 | 400 | 1,1 | 1,21 | 22 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,54 | ∑y2 = 4,5604 | ∑xy = 53,6 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 0,84 | 0,7056 | 4,2 |
| 10 | 100 | 0,88 | 0,7744 | 8,8 |
| 15 | 225 | 0,88 | 0,7744 | 13,2 |
| 20 | 400 | 1,12 | 1,2544 | 22,4 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,04 | ∑y2 = 3,6112 | ∑xy = 48,6 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 0,8 | 0,64 | 4 |
| 10 | 100 | 0,88 | 0,7744 | 8,8 |
| 15 | 225 | 1 | 1 | 15 |
| 20 | 400 | 1,3 | 1,69 | 26 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,3 | ∑y2 = 4,2068 | ∑xy = 53,8 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,58 + 0,0328 x

Suhu 35°C, y = 0,48 + 0,0328 x

Suhu 45°C, y = 0,428 + 0,0432 x

Tabel 42. Perhitungan Regresi Linear Kadar FFA dalam Kemasan Plastik PP

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 0,48 | 0,2304 | 2,4 |
| 10 | 100 | 0,8 | 0,64 | 8 |
| 15 | 225 | 0,96 | 0,9216 | 14,4 |
| 20 | 400 | 0,96 | 0,9216 | 19,2 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,52 | ∑y2 = 2,816 | ∑xy = 44 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 0,56 | 0,3136 | 2,8 |
| 10 | 100 | 0,88 | 0,7744 | 8,8 |
| 15 | 225 | 1 | 1 | 15 |
| 20 | 400 | 1,3 | 1,69 | 26 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,06 | ∑y2 = 3,8804 | ∑xy = 52,6 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Kadar FFA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,32 | 0,1024 | 0 |
| 5 | 25 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | 100 | 1,04 | 1,0816 | 10,4 |
| 15 | 225 | 1,08 | 1,1664 | 16,2 |
| 20 | 400 | 1,5 | 2,25 | 30 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,94 | ∑y2 = 5,6004 | ∑xy = 61,6 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,352 + 0,0352 x

Suhu 35°C, y = 0,332 + 0,048 x

Suhu 45°C, y = 0,5 + 0,0488 x

Dengan demikian, untuk penyimpanan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C dalam kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP persamaan regresinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 43. Persamaan Regresi Linear Kadar FFA Produk

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,384 + 0,0288 x | 0,97 | 0,0288 | -3,547 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,424 + 0,0288 x | 0,92 | 0,0288 | -3,547 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,408 + 0,0384 x | 0,97 | 0,0384 | -3,260 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,58 + 0,0328 x | 0,78 | 0,0328 | -3,417 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,48 + 0,0328 x | 0,88 | 0,0328 | -3,417 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,428 + 0,0432 x | 0,96 | 0,0432 | -3,142 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,352 + 0,0352 x | 0,96 | 0,0352 | -3,347 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,332 + 0,048 x | 0,99 | 0,048 | -3,037 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,5 + 0,0488 x | 0,84 | 0,0488 | -3,020 | 318 | 0,0031 |

Selanjutnya apabila nilai-nilai ln k ini diterapkan dalam rumus Arrhenius, yaitu :

k = k0 . e-E/RT

atau ln k = ln k0 – E/RT

karena ln k0 dan –E/R merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai :

ln k = A + B . 1/T

sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam sebuah grafik, maka akan diperoleh gambar sebagai berikut :

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 28. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Kadar FFA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Sehingga didapat persamaan regresi :

Kemasan alumunium foil, ln k = -0,8 – 820 x

Kemasan kombinasi, ln k = -0,785 – 785,714 x

Kemasan plastik PP, ln k = 0,602 – 1155,714 x

Tabel 44. Perhitungan Regresi Linear nilai K dengan 1/T Berdasarkan Parameter Kadar FFA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -3,547 | -0,0119 | 1,156 x 10-5 | 12,5839 |
| 0,0032 | -3,547 | -0,0115 | 1,024 x 10-5 | 12,5839 |
| 0,0031 | -3,260 | -0,0103 | 0,961 x 10-5 | 10,6256 |
| ∑x = 0,00975 | ∑x = -10,354 | ∑xy = -0,0337 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 35,7934 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -3,417 | -0,0115 | 1,156 x 10-5 | 11,6781 |
| 0,0032 | -3,417 | -0,0111 | 1,024 x 10-5 | 11,6781 |
| 0,0031 | -3,142 | -0,0099 | 0,961 x 10-5 | 9,87163 |
| ∑x = 0,00975 | ∑x = -9,977 | ∑xy = -0,0324 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 33,2279 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -3,347 | -0,0112 | 1,156 x 10-5 | 11,2005 |
| 0,0032 | -3,037 | -0,0099 | 1,024 x 10-5 | 9,22066 |
| 0,0031 | -3,020 | -0,0095 | 0,961 x 10-5 | 9,12055 |
| ∑x = 0,00975 | ∑y = -9,403 | ∑xy = -0,0306 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 29,5417 |

Maka didapatkan :

Kemasan alumunium foil, A = -0,8; B = -820; r = -0,76

Kemasan kombinasi, A = -0,785; B = -785,714; r = -0,76

Kemasan plastik PP, A = 0,602; B = -1155,714; r = -0,96

Dengan demikian nilai E dapat diperoleh yaitu sebagai berikut :

-E/R = B

Kemasan alumunium foil,

-E/R = -820

R = 1,986 kal/mol°K

E = 1628,520 kal/mol

Kemasan kombinasi,

-E/R = -785,714

R = 1,986 kal/mol°K

E = 1560,428 kal/mol

Kemasan plastik PP,

-E/R = -1155,714

R = 1,986 kal/mol°K

E = 2295,248 kal/mol

dan nilai k0 diperoleh sebagai berikut :

ln k0 = A

Kemasan alumunium foil

ln k0 = -0,8

k0 = 0,449

Kemasan kombinasi

ln k0 = -0,785

k0 = 0,456

Kemasan plastik PP

ln k0 = 0,602

k0 = 1,826

Dengan demikian persamaan untuk laju peningkatan kadar air produk adalah :

k = k0 x eB(1/T)

dari persamaan tersebut, diperoleh nilai k dari masing-masing suhu yaitu :

Kemasan alumunium foil

Suhu 25°C, k = 0,449 x e-820 (0,0034) = 0,028/hari

Suhu 35°C, k = 0,449 x e-820 (0,0032) = 0,033/hari

Suhu 45°C, k = 0,449 x e-820 (0,0031) = 0,035/hari

Kemasan kombinasi

Suhu 25°C, k = 0,456 x e-785,714 (0,0034) = 0,032/hari

Suhu 35°C, k = 0,456 x e-785,714 (0,0032) = 0,037/hari

Suhu 45°C, k = 0,456 x e-785,714 (0,0031) = 0,040/hari

Kemasan plastik PP

Suhu 25°C, k = 1,826 x e-785,714 (0,0034) = 0,036/hari

Suhu 35°C, k = 1,826 x e-785,714 (0,0032) = 0,045/hari

Suhu 45°C, k = 1,826 x e-785,714 (0,0031) = 0,051/hari

dengan kinetika reaksi ordo nol, ts =

dimana Qt= kadar air kritis

Q0 = kadar air awal produk

Maka umur simpan keripik tempe dapat dihitung sebagai berikut :

Kemasan alumunium foil

Suhu 25°C : ts = = 24,61 hari

Suhu 35°C : ts = = 20,89 hari

Suhu 45°C : ts = = 19,24 hari

Kemasan kombinasi

Suhu 25°C : ts = = 21,57 hari

Suhu 35°C : ts = = 18,43 hari

Suhu 45°C : ts = = 17,04 hari

Kemasan plastik PP

Suhu 25°C : ts = = 18,95 hari

Suhu 35°C : ts = = 15,04 hari

Suhu 45°C : ts = = 13,40 hari

Lampiran 5. Perhitungan pendugaan umur simpan keripik tempe berdasarkan parameter bilangan TBA

Tabel 45. Hasil Analisis Bilangan TBA Produk Selama Penyimpanan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan** | **Waktu Penyimpanan (Hari)** | **Suhu Penyimpanan** | | |
| **25°C** | **35°C** | **45°C** |
| **Bilangan TBA (mg malonaldehid/kg sampel)** | | |
| Alumunium Foil | 0 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| 5 | 0,753 | 0,426 | 0,445 |
| 10 | 0,955 | 0,744 | 0,688 |
| 15 | 0,956 | 1,212 | 1,170 |
| 20 | 1,278 | 1,381 | 1,568 |
| Kombinasi | 0 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| 5 | 0,655 | 0,360 | 0,646 |
| 10 | 0,708 | 0,749 | 1,048 |
| 15 | 1,039 | 1,072 | 1,165 |
| 20 | 1,236 | 1,338 | 1,867 |
| Plastik PP | 0 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| 5 | 0,314 | 0,342 | 0,777 |
| 10 | 0,538 | 0,571 | 1,034 |
| 15 | 1,081 | 0,983 | 1,338 |
| 20 | 1,287 | 1,521 | 2,345 |

Diketahui : A = 0,032

Ws = 5 gram

Ditanyakan : Bilangan TBA?

Jawab : Bilangan TBA =

Bilangan TBA =

Bilangan TBA = 0,150 mg malonaldehid/kg sampel

Tabel 46. Perhitungan Regresi Linear Bilangan TBA dalam Kemasan Alumunium Foil

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,753 | 0,56773 | 3,7674 |
| 10 | 100 | 0,955 | 0,91149 | 9,5472 |
| 15 | 225 | 0,956 | 0,91326 | 14,3347 |
| 20 | 400 | 1,278 | 1,63236 | 25,5528 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,09125 | ∑y2 = 4,04728 | ∑xy = 53,2021 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,426 | 0,18137 | 2,1294 |
| 10 | 100 | 0,744 | 0,55371 | 7,4412 |
| 15 | 225 | 1,212 | 1,46923 | 18,1818 |
| 20 | 400 | 1,381 | 1,90606 | 27,612 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,91248 | ∑y2 = 4,13281 | ∑xy = 55,3644 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,445 | 0,19767 | 2,223 |
| 10 | 100 | 0,688 | 0,47329 | 6,8796 |
| 15 | 225 | 1,170 | 1,3689 | 17,55 |
| 20 | 400 | 1,568 | 2,458 | 31,356 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,02012 | ∑y2 = 4,52028 | ∑xy = 58,0086 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,3267 + 0,04916 x

Suhu 35°C, y = 0,1329 + 0,06496 x

Suhu 45°C, y = 0,0917 + 0,07123 x

Tabel 47. Perhitungan Regresi Linear Bilangan TBA dalam Kemasan Kombinasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,655 | 0,42929 | 3,276 |
| 10 | 100 | 0,708 | 0,5014 | 7,08096 |
| 15 | 225 | 1,039 | 1,07944 | 15,5844 |
| 20 | 400 | 1,236 | 1,52651 | 24,7104 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,78754 | ∑y2 = 3,55906 | ∑xy = 50,6518 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,360 | 0,12986 | 1,8018 |
| 10 | 100 | 0,749 | 0,5607 | 7,488 |
| 15 | 225 | 1,072 | 1,14858 | 16,0758 |
| 20 | 400 | 1,338 | 1,79153 | 26,7696 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,66912 | ∑y2 = 3,6531 | ∑xy = 52,1352 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,646 | 0,41711 | 3,2292 |
| 10 | 100 | 1,048 | 1,09897 | 10,4832 |
| 15 | 225 | 1,165 | 1,35797 | 17,4798 |
| 20 | 400 | 1,867 | 3,48688 | 37,3464 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 4,87656 | ∑y2 = 6,38337 | ∑xy = 68,5386 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,2464 + 0,05111 x

Suhu 35°C, y = 0,1160 + 0,06178 x

Suhu 45°C, y = 0,1844 + 0,07909 x

Tabel 48. Perhitungan Regresi Linear Bilangan TBA dalam Kemasan Plastik PP

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu 25°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,314 | 0,09832 | 1,5678 |
| 10 | 100 | 0,538 | 0,28966 | 5,382 |
| 15 | 225 | 1,081 | 1,16873 | 16,2162 |
| 20 | 400 | 1,287 | 1,65637 | 25,74 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,3696 | ∑y2 = 3,23551 | ∑xy = 48,906 |
| **Suhu 35°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,342 | 0,11672 | 1,7082 |
| 10 | 100 | 0,571 | 0,326 | 5,7096 |
| 15 | 225 | 0,983 | 0,9659 | 14,742 |
| 20 | 400 | 1,521 | 2,31344 | 30,42 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 3,56616 | ∑y2 = 3,74448 | ∑xy = 52,5798 |
| **Suhu 45°C** | | | | |
| **Lama Penyimpanan (x)** | **x2** | **Bilangan TBA (y)** | **y2** | **xy** |
| 0 | 0 | 0,150 | 0,02243 | 0 |
| 5 | 25 | 0,777 | 0,60354 | 3,8844 |
| 10 | 100 | 1,034 | 1,06974 | 10,3428 |
| 15 | 225 | 1,338 | 1,79153 | 20,0772 |
| 20 | 400 | 2,345 | 5,49903 | 46,9 |
| ∑x = 50 | ∑x2 = 750 | ∑y = 5,6444 | ∑y2 = 8,98626 | ∑xy = 81,2044 |

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

Suhu 25°C, y = 0,0655 + 0,06084 x

Suhu 35°C, y = 0,0365 + 0,06767 x

Suhu 45°C, y = 0,1384 + 0,09904 x

Dengan demikian, untuk penyimpanan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C dalam kemasan alumunium foil, kombinasi, dan plastik PP persamaan regresinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 49. Persamaan Regresi Linear Bilangan TBA Produk

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,3267 + 0,04916 x | 0,93 | 0,04916 | -3,013 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,1329 + 0,06496 x | 0,99 | 0,06496 | -2,734 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,0917 + 0,07123 x | 0,99 | 0,07123 | -2,642 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,2464 + 0,05111 x | 0,97 | 0,05111 | -2,974 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,1160 + 0,06178 x | 0,99 | 0,06178 | -2,784 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,1844 + 0,07909 x | 0,98 | 0,07909 | -2,537 | 318 | 0,0031 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | | | |
| **Suhu** | **Persamaan Regresi** | **r** | **Nilai k** | **ln k** | **T (°K)** | **1/T** |
| 25°C | y = 0,0655 + 0,06084 x | 0,98 | 0,06084 | -2,800 | 298 | 0,0034 |
| 35°C | y = 0,0365 + 0,06767 x | 0,98 | 0,06767 | -2,693 | 308 | 0,0032 |
| 45°C | y = 0,1384 + 0,09904 x | 0,97 | 0,09904 | -2,312 | 318 | 0,0031 |

Selanjutnya apabila nilai-nilai ln k ini diterapkan dalam rumus Arrhenius, yaitu :

k = k0 . e-E/RT

atau ln k = ln k0 – E/RT

karena ln k0 dan –E/R merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai :

ln k = A + B . 1/T

sehingga apabila setiap nilai k dan 1/T diplotkan dalam sebuah grafik, maka akan diperoleh gambar sebagai berikut :

(a) Alumunium Foil

(b) Kombinasi

(c) Plastik PP

Gambar 29. Kurva Hubungan Antara ln k dengan 1/T Bilangan TBA Keripik Tempe dalam Kemasan (a) Alumunium Foil, (b) Kombinasi, (c) Plastik PP

Sehingga didapat persamaan regresi :

Kemasan alumunium foil, ln k = 1,275 – 1259,286 x

Kemasan kombinasi, ln k = 1,711 – 1384,286 x

Kemasan plastik PP, ln k = 2,154 – 1470,714 x

Tabel 50. Perhitungan Regresi Linear nilai K dengan 1/T Berdasarkan Parameter Bilangan TBA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kemasan Alumunium Foil** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -3,013 | -0,010109745 | 1,156 x 10-5 | 9,07639 |
| 0,0032 | -2,734 | -0,00887665 | 1,024 x 10-5 | 7,4748 |
| 0,0031 | -2,642 | -0,008307694 | 0,961 x 10-5 | 6,97935 |
| ∑x = 0,00975 | ∑y = -8,389 | ∑xy = -0,027294089 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 23,5305 |
| **Kemasan Kombinasi** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -2,974 | -0,0099794 | 1,156 x 10-5 | 8,84385 |
| 0,0032 | -2,784 | -0,009039741 | 1,024 x 10-5 | 7,75199 |
| 0,0031 | -2,537 | -0,007978439 | 0,961 x 10-5 | 6,4371 |
| ∑x = 0,00975 | ∑x = -8,295 | ∑xy = -0,02699758 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 23,0329 |
| **Kemasan Plastik PP** | | | | |
| **1/T (x)** | **ln k (y)** | **xy** | **x2** | **y2** |
| 0,0034 | -2,800 | -0,009394322 | 1,156 x 10-5 | 7,83724 |
| 0,0032 | -2,693 | -0,008743737 | 1,024 x 10-5 | 7,25263 |
| 0,0031 | -2,312 | -0,007271117 | 0,961 x 10-5 | 5,34634 |
| ∑x = 0,00975 | ∑y = -7,805 | ∑xy = -0,025409176 | ∑x2 = 3,141 x 10-5 | ∑y2 = 20,4362 |

Maka didapatkan :

Kemasan alumunium foil, A = 1,275; B = -1259,286; r = -0,99

Kemasan kombinasi, A = 1,711; B = -1384,286; r = -0,96

Kemasan plastik PP, A = 2,154; B = -1470,714; r = -0,87

Dengan demikian nilai E dapat diperoleh yaitu sebagai berikut :

-E/R = B

Kemasan alumunium foil

-E/R = -1259,286

R = 1,986 kal/mol°K

E = 2500,942 kal/mol

Kemasan kombinasi

-E/R = -1384,286

R = 1,986 kal/mol°K

E = 2749,192 kal/mol

Kemasan plastik PP

-E/R = -1470,714

R = 1,986 kal/mol°K

E = 2920,838 kal/mol

dan nilai k0 diperoleh sebagai berikut :

ln k0 = A

Kemasan alumunium foil

ln k0 = 1,275

k0 = 3,579

Kemasan kombinasi

ln k0 = 1,711

k0 = 5,534

Kemasan plastik PP

ln k0 = 2,154

k0 = 8,619

Dengan demikian persamaan untuk laju peningkatan kadar air produk adalah :

k = k0 x eB(1/T)

dari persamaan tersebut, diperoleh nilai k dari masing-masing suhu yaitu :

Kemasan alumunium foil

Suhu 25°C, k = 3,579 x e-1259,286 (0,0034) = 0,049/hari

Suhu 35°C, k = 3,579 x e-1259,286 (0,0032) = 0,064/hari

Suhu 45°C, k = 3,579 x e-1259,286 (0,0031) = 0,072/hari

Kemasan kombinasi

Suhu 25°C, k = 5,534 x e-1384,286 (0,0034) = 0,050/hari

Suhu 35°C, k = 5,534 x e-1384,286 (0,0032) = 0,066/hari

Suhu 45°C, k = 5,534 x e-1384,286 (0,0031) = 0,076/hari

Kemasan plastik PP

Suhu 25°C, k = 8,619 x e-1470,714 (0,0034) = 0,058/hari

Suhu 35°C, k = 8,619 x e-1470,714 (0,0032) = 0,078/hari

Suhu 45°C, k = 8,619 x e-1470,714 (0,0031) = 0,090/hari

dengan kinetika reaksi ordo nol, ts =

dimana Qt= kadar air kritis

Q0 = kadar air awal produk

Maka umur simpan keripik tempe dapat dihitung sebagai berikut :

Kemasan alumunium foil

Suhu 25°C : ts = = 57,62 hari

Suhu 35°C : ts = = 44,79 hari

Suhu 45°C : ts = = 39,49 hari

Kemasan kombinasi

Suhu 25°C : ts = = 57 hari

Suhu 35°C : ts = = 43,21 hari

Suhu 45°C : ts = = 37,63 hari

Kemasan plastik PP

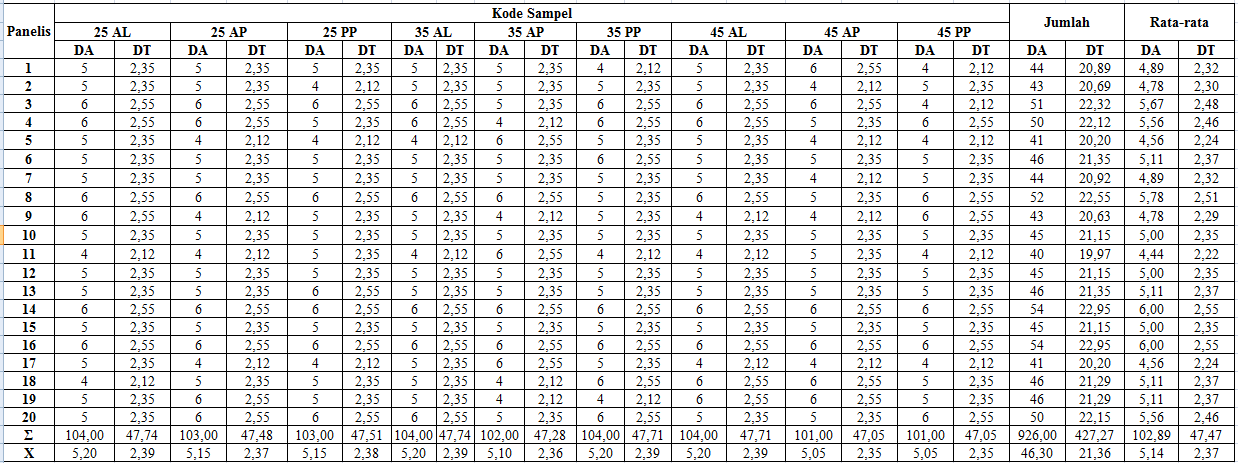
Suhu 25°C : ts = = 49,10 hari

Suhu 35°C : ts = = 36,59 hari

Suhu 45°C : ts = = 31,58 hari

Lampiran 6. Perhitungan Uji Hedonik Keripik Tempe Terhadap Atribut Rasa

Tabel 51. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0



Data Transformasi (DT) = ; dimana x = Data Asli (DA)

Untuk nilai 1 = 1,22

Untuk nilai 2 = 1,58

Untuk nilai 3 = 1,87

Untuk nilai 4 = 2,12

Untuk nilai 5 = 2,35

Untuk nilai 6 = 2,55

Untuk nilai 7 = 2,74

Faktor Koreksi = = = 1014,22

Jumlah Kuadrat Sampel (JKS) = – FK

= – 1014,22

= 0,033

Jumlah Kuadrat Panelis (JKP) = – FK

= – 1014,22

= 1,640

Jumlah Kuadrat Total (JKT) = [ (n1)2 + (n2)2 + .................. + (nn)2 ] – FK

= [(2,35)2 + (2,35)2 + .......... + (2,55)2] – 1014,22

= 3,819

Jumlah Kuadrat Galat (JKG) = JKT – JKP – JKS

= 3,819 – 1,640 – 0,033

= 2,146

Tabel 52. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variansi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,033 | 0,00 | 0,288 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,640 | 0,09 | 6,11 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 2,146 | 0,01 |  |  |  |
| Total | 179 | 3,819 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

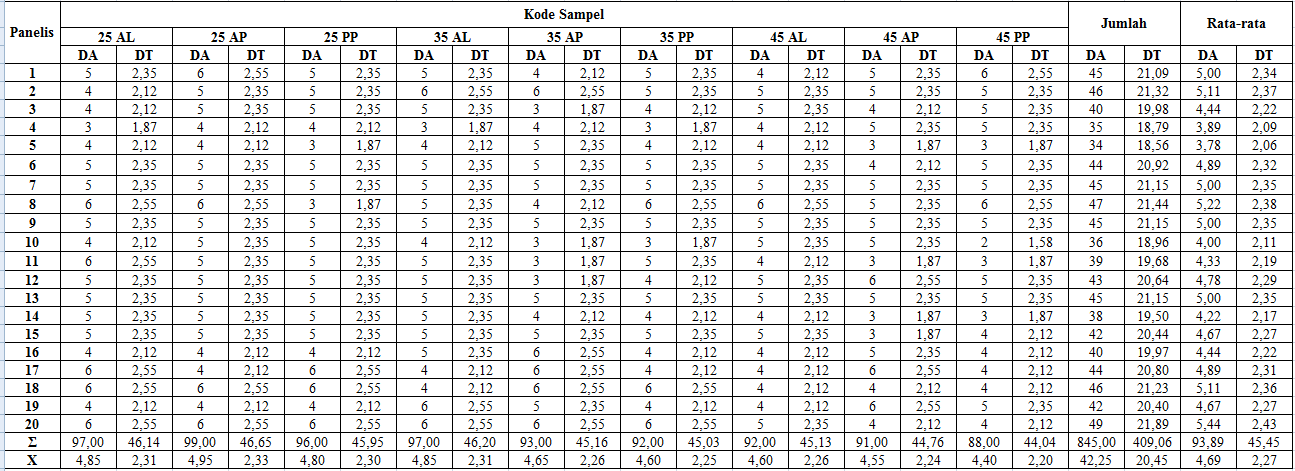
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0266

Tabel 53. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 45 PP | 2,35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,07 | 45 AP | 2,35 | 0,00tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,08 | 35 AP | 2,36 | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,02 | 0,08 | 25 AP | 2,37 | 0,02tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,09 | 0,08 | 25 PP | 2,38 | 0,02tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | a |
| 3,15 | 0,08 | 45 AL | 2,39 | 0,03tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | - | a |
| 3,19 | 0,08 | 35 PP | 2,39 | 0,03tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | a |
| 3,23 | 0,09 | 35 AL | 2,39 | 0,03tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | 0,00tn | 0,00tn | - | - | a |
| 3,26 | 0,09 | 25 AL | 2,39 | 0,03tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | 0,00tn | 0,00tn | 0,00tn | - | a |

Tabel 54. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5



Faktor Koreksi = = = 929,61

Tabel 55. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,278 | 0,03 | 1,079 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,908 | 0,10 | 3,12 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 4,890 | 0,03 |  |  |  |
| Total | 179 | 7,076 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

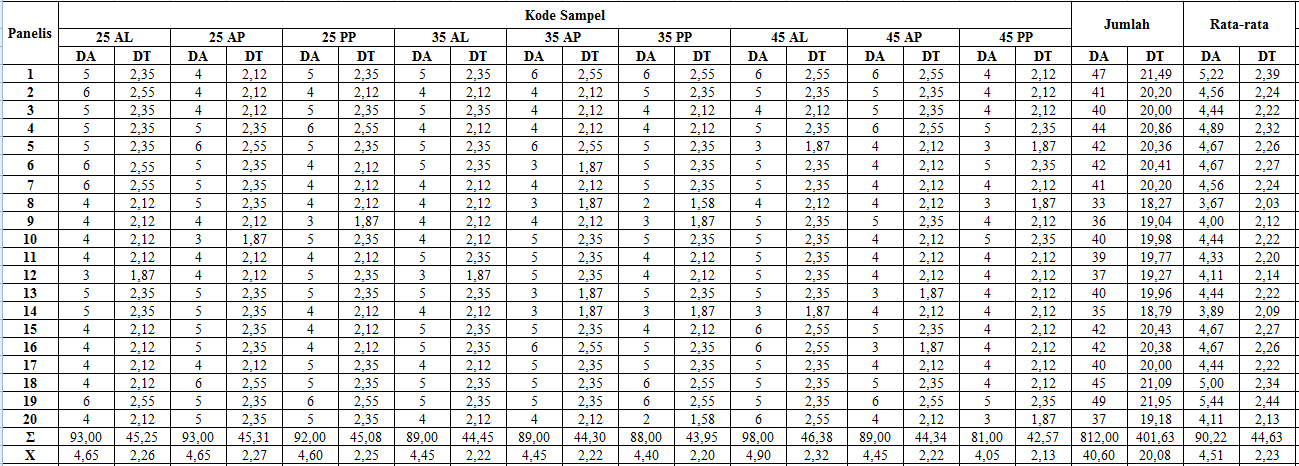
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0401

Tabel 56. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 45 PP | 2,20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,11 | 45 AP | 2,24 | 0,04tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,12 | 35 PP | 2,25 | 0,05tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,02 | 0,12 | 45 AL | 2,26 | 0,05tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,09 | 0,12 | 35 AP | 2,26 | 0,06tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | a |
| 3,15 | 0,13 | 25 PP | 2,30 | 0,10tn | 0,06tn | 0,05tn | 0,04tn | 0,04tn | - | - | - | - | a |
| 3,19 | 0,13 | 35 AL | 2,31 | 0,11tn | 0,07tn | 0,06tn | 0,05tn | 0,05tn | 0,01tn | - | - | - | a |
| 3,23 | 0,13 | 25 AL | 2,31 | 0,11tn | 0,07tn | 0,06tn | 0,05tn | 0,05tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | a |
| 3,26 | 0,13 | 25 AP | 2,33 | 0,13tn | 0,09tn | 0,08tn | 0,08tn | 0,07tn | 0,04tn | 0,02tn | 0,03tn | - | a |

Tabel 57. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10



Faktor Koreksi = = = 896,148

Tabel 58. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,452 | 0,06 | 1,747 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,685 | 0,09 | 2,74 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 4,919 | 0,03 |  |  |  |
| Total | 179 | 7,056 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

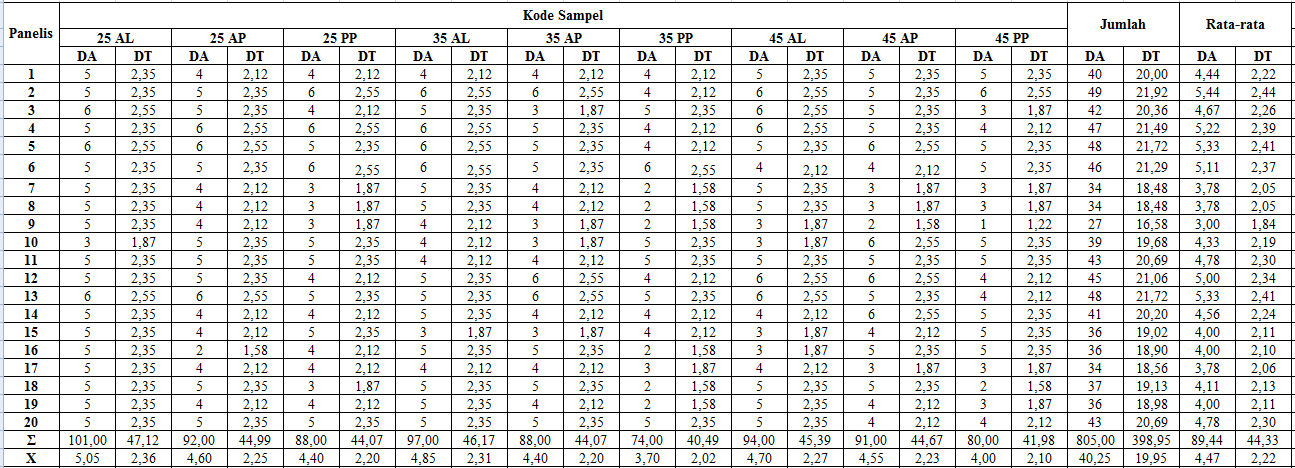
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0401

Tabel 59. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 45 PP | 2,13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,11 | 35 PP | 2,20 | 0,07tn | - | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 2,92 | 0,12 | 45 AP | 2,22 | 0,09tn | 0,02tn | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,02 | 0,12 | 35 AP | 2,22 | 0,09tn | 0,02tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,09 | 0,12 | 35 AL | 2,22 | 0,09tn | 0,03tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | ab |
| 3,15 | 0,13 | 25 PP | 2,25 | 0,13tn | 0,06tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | - | - | - | - | ab |
| 3,19 | 0,13 | 25 AL | 2,26 | 0,13tn | 0,06tn | 0,05tn | 0,05tn | 0,04tn | 0,01tn | - | - | - | ab |
| 3,23 | 0,13 | 25 AP | 2,27 | 0,14\* | 0,07tn | 0,05tn | 0,05tn | 0,04tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | b |
| 3,26 | 0,13 | 45 AL | 2,32 | 0,19\* | 0,12tn | 0,10tn | 0,10tn | 0,10tn | 0,06tn | 0,06tn | 0,05tn | - | b |

Tabel 60. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15



Faktor Koreksi = = = 884,23

Tabel 61. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 1,662 | 0,21 | 5,046 \*\* | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 4,238 | 0,22 | 5,42 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 6,259 | 0,04 |  |  |  |
| Total | 179 | 12,159 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

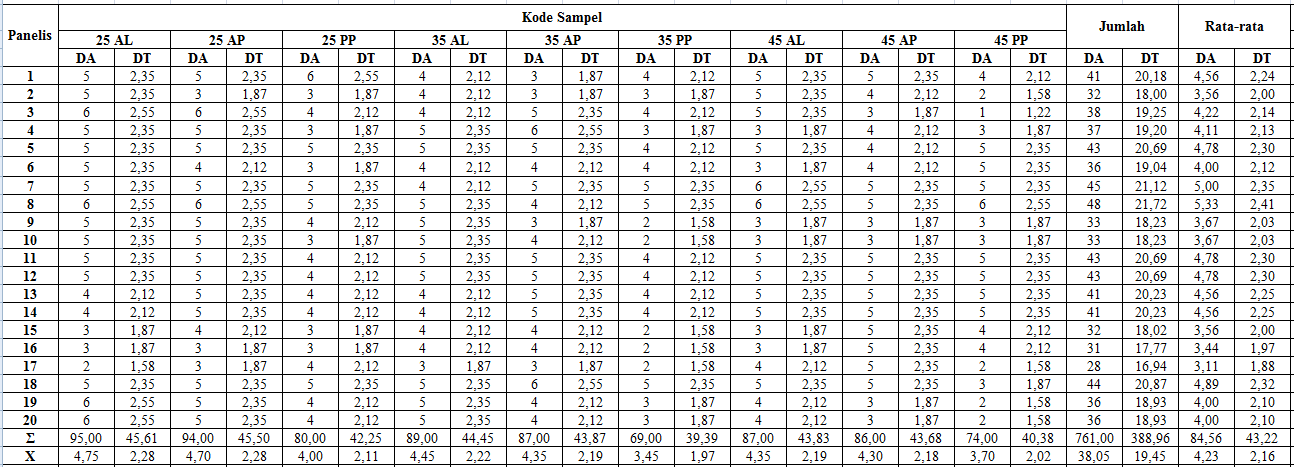
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0454

Tabel 62. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-15

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 2,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,13 | 45 PP | 2,10 | 0,07tn | - | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 2,92 | 0,13 | 35 AP | 2,20 | 0,18\* | 0,10tn | - | - | - | - | - | - | - | bc |
| 3,02 | 0,14 | 25 PP | 2,20 | 0,18\* | 0,10tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | - | bc |
| 3,09 | 0,14 | 45 AP | 2,23 | 0,21\* | 0,13tn | 0,03tn | 0,03tn | - | - | - | - | - | bc |
| 3,15 | 0,14 | 25 AP | 2,25 | 0,23\* | 0,15tn | 0,05tn | 0,05tn | 0,02tn | - | - | - | - | bc |
| 3,19 | 0,14 | 45 AL | 2,27 | 0,24\* | 0,17\* | 0,07tn | 0,07tn | 0,04tn | 0,02tn | - | - | - | c |
| 3,23 | 0,15 | 35 AL | 2,31 | 0,28\* | 0,21\* | 0,11tn | 0,11tn | 0,08tn | 0,06tn | 0,04tn | - | - | c |
| 3,26 | 0,15 | 25 AL | 2,36 | 0,33\* | 0,26\* | 0,15tn | 0,15tn | 0,12tn | 0,11tn | 0,09tn | 0,05tn | - | c |

Tabel 63. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20



Faktor Koreksi = = = 840,50

Tabel 64. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Atribut Rasa Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 1,855 | 0,23 | 5,654 \*\* | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 3,709 | 0,20 | 4,76 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 6,235 | 0,04 |  |  |  |
| Total | 179 | 11,799 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

**Uji Lanjut Duncan**

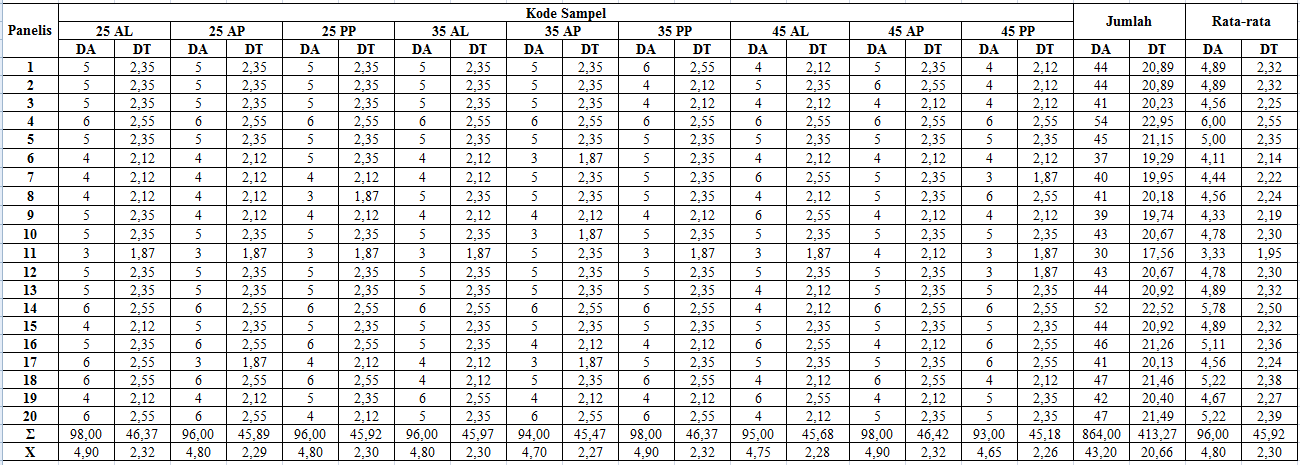
Sy = = = 0,0454

Tabel 65. Uji Lanjut Duncan Terhadap Rasa Keripik Tempe Hari Ke-20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 1,97 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,13 | 45 PP | 2,02 | 0,05tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,13 | 25 PP | 2,11 | 0,14tn | 0,09tn | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,02 | 0,14 | 45 AP | 2,18 | 0,21\* | 0,17\* | 0,07tn | - | - | - | - | - | - | bc |
| 3,09 | 0,14 | 45 AL | 2,19 | 0,22\* | 0,17\* | 0,08tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | bc |
| 3,15 | 0,14 | 35 AP | 2,19 | 0,22\* | 0,17\* | 0,08tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | bc |
| 3,19 | 0,14 | 35 AL | 2,22 | 0,25\* | 0,20\* | 0,11tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,03tn | - | - | - | bc |
| 3,23 | 0,15 | 25 AP | 2,28 | 0,31\* | 0,26\* | 0,16\* | 0,09tn | 0,08tn | 0,08tn | 0,05tn | - | - | c |
| 3,26 | 0,15 | 25 AL | 2,28 | 0,31\* | 0,26\* | 0,17\* | 0,10tn | 0,09tn | 0,09tn | 0,06tn | 0,01tn | - | c |

Lampiran 7. Perhitungan Uji Hedonik Keripik Tempe Terhadap Atribut Aroma

Tabel 66. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0



Faktor Koreksi = = = 948,85

Tabel 67. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,073 | 0,01 | 0,352 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 2,719 | 0,14 | 5,50 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 3,953 | 0,03 |  |  |  |
| Total | 179 | 6,746 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

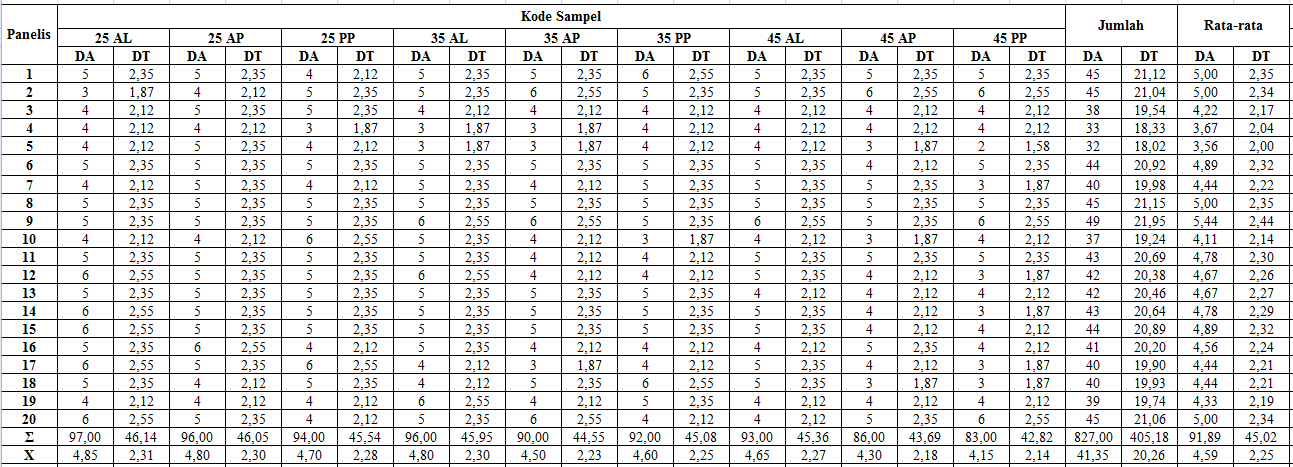
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0361

Tabel 68. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 45 PP | 2,26 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,10 | 35 AP | 2,27 | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,11 | 45 AL | 2,28 | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,02 | 0,11 | 25 AP | 2,29 | 0,04tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,09 | 0,11 | 35 AL | 2,30 | 0,04tn | 0,03tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | a |
| 3,15 | 0,11 | 25 PP | 2,30 | 0,04tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,00tn | 0,00tn | - | - | - | - | a |
| 3,19 | 0,12 | 45 AP | 2,32 | 0,06tn | 0,05tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,02tn | - | - | - | a |
| 3,23 | 0,12 | 35 PP | 2,32 | 0,06tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,02tn | 0,02tn | 0,00tn | - | - | a |
| 3,26 | 0,12 | 25 AL | 2,32 | 0,06tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,02tn | 0,02tn | 0,00tn | 0,00tn | - | a |

Tabel 69. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5



Faktor Koreksi = = = 912,06

Tabel 70. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,520 | 0,06 | 2,479 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,972 | 0,10 | 3,96 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 3,985 | 0,03 |  |  |  |
| Total | 179 | 6,476 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

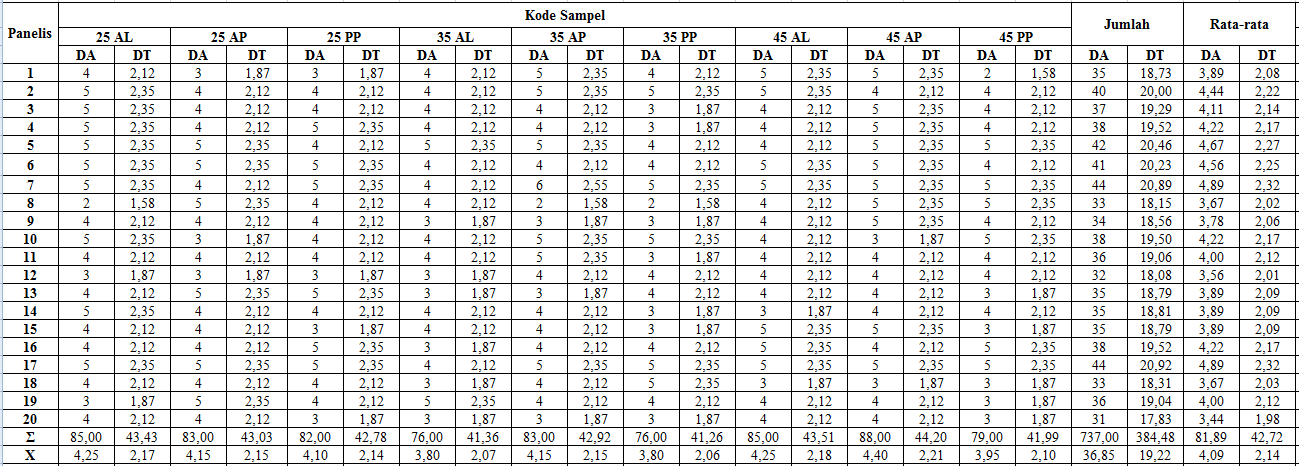
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0361

Tabel 71. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 45 PP | 2,14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,10 | 45 AP | 2,18 | 0,04tn | - | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 2,92 | 0,11 | 35 AP | 2,23 | 0,09tn | 0,04tn | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,02 | 0,11 | 35 PP | 2,25 | 0,11tn | 0,07tn | 0,03tn | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,09 | 0,11 | 45 AL | 2,27 | 0,13\* | 0,08tn | 0,04tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | b |
| 3,15 | 0,11 | 25 PP | 2,28 | 0,14\* | 0,09tn | 0,05tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | - | b |
| 3,19 | 0,12 | 35 AL | 2,30 | 0,16\* | 0,11tn | 0,07tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,02tn | - | - | - | b |
| 3,23 | 0,12 | 25 AP | 2,30 | 0,16\* | 0,12tn | ,08 tn | 0,05tn | 0,03tn | 0,03tn | 0,00tn | - | - | b |
| 3,26 | 0,12 | 25 AL | 2,31 | 0,17\* | 0,12tn | 0,08tn | 0,05tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,01tn | 0,00tn | - | b |

Tabel 72. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10



Faktor Koreksi = = = 821,25

Tabel 73. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,399 | 0,05 | 1,755 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,732 | 0,09 | 3,21 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 4,315 | 0,03 |  |  |  |
| Total | 179 | 6,446 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

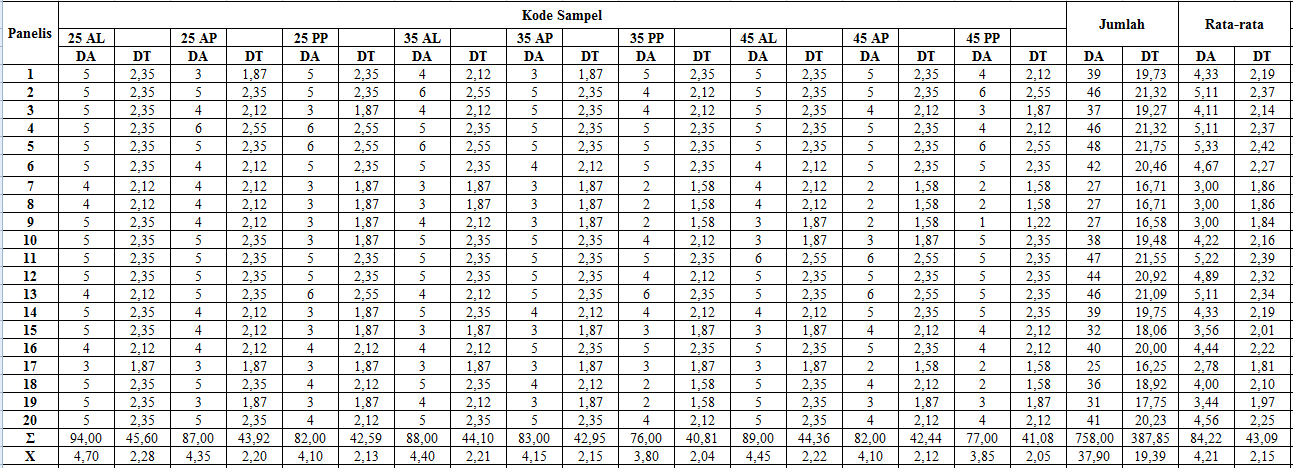
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0377

Tabel 74. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 2,06 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,10 | 35 AL | 2,07 | 0,00tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,11 | 45 PP | 2,10 | 0,04tn | 0,03tn | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,02 | 0,11 | 25 PP | 2,14 | 0,08tn | 0,07tn | 0,04tn | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,09 | 0,12 | 35 AP | 2,15 | 0,08tn | 0,08tn | 0,05tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | ab |
| 3,15 | 0,12 | 25 AP | 2,15 | 0,09tn | 0,08tn | 0,05tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | - | ab |
| 3,19 | 0,12 | 25 AL | 2,17 | 0,11tn | 0,10tn | 0,07tn | 0,03tn | 0,03tn | 0,02tn | - | - | - | ab |
| 3,23 | 0,12 | 45 AL | 2,18 | 0,11tn | 0,11tn | 0,08tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,00tn | - | - | ab |
| 3,26 | 0,12 | 45 AP | 2,21 | 0,15\* | 0,14\* | 0,11tn | 0,07tn | 0,06tn | 0,06tn | 0,04tn | 0,03tn | - | b |

Tabel 75. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15



Faktor Koreksi = = = 835,71

Tabel 76. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,978 | 0,12 | 3,886 \*\* | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 6,912 | 0,36 | 11,57 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 4,779 | 0,03 |  |  |  |
| Total | 179 | 12,669 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

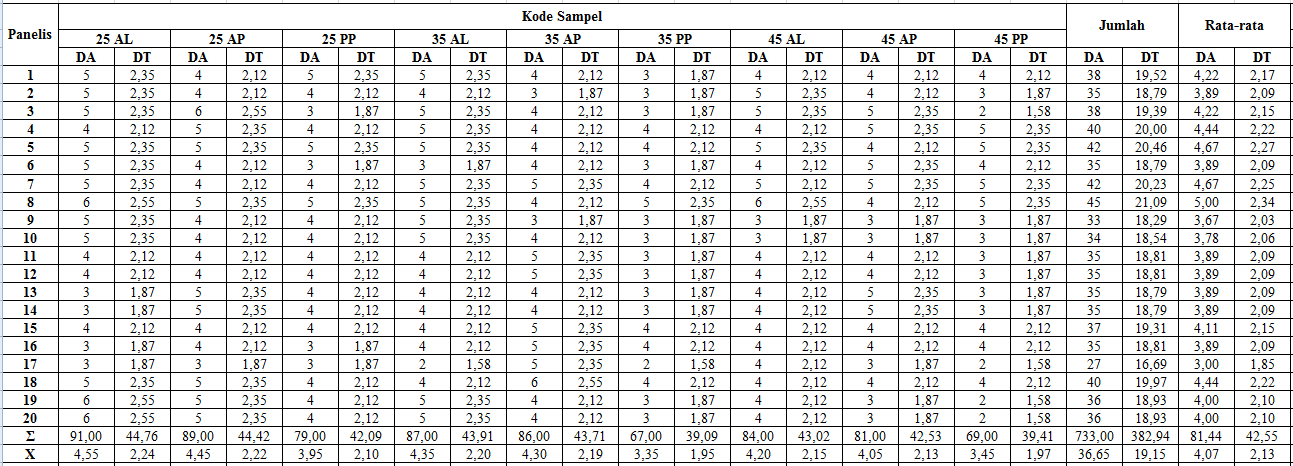
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0396

Tabel 77. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-15

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 2,04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,11 | 45 PP | 2,05 | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,12 | 45 AP | 2,12 | 0,08tn | 0,07tn | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,02 | 0,12 | 25 PP | 2,13 | 0,09tn | 0,08tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,09 | 0,12 | 35 AP | 2,15 | 0,11tn | 0,09tn | 0,03tn | 0,02tn | - | - | - | - | - | abc |
| 3,15 | 0,12 | 25 AP | 2,20 | 0,16\* | 0,14\* | 0,07tn | 0,07tn | 0,05tn | - | - | - | - | bc |
| 3,19 | 0,13 | 35 AL | 2,21 | 0,16\* | 0,15\* | 0,08tn | 0,08tn | 0,06tn | 0,01tn | - | - | - | bc |
| 3,23 | 0,13 | 45 AL | 2,22 | 0,18\* | 0,16\* | 0,10tn | 0,09tn | 0,07tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | bc |
| 3,26 | 0,13 | 25 AL | 2,28 | 0,24\* | 0,23\* | 0,16\* | 0,15\* | 0,13tn | 0,08tn | 0,08tn | 0,06tn | - | c |

Tabel 78. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20



Faktor Koreksi = = = 814,68

Tabel 79. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Aroma Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 1,692 | 0,21 | 7,380 \*\* | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,821 | 0,10 | 3,34 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 4,356 | 0,03 |  |  |  |
| Total | 179 | 7,869 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

**Uji Lanjut Duncan**

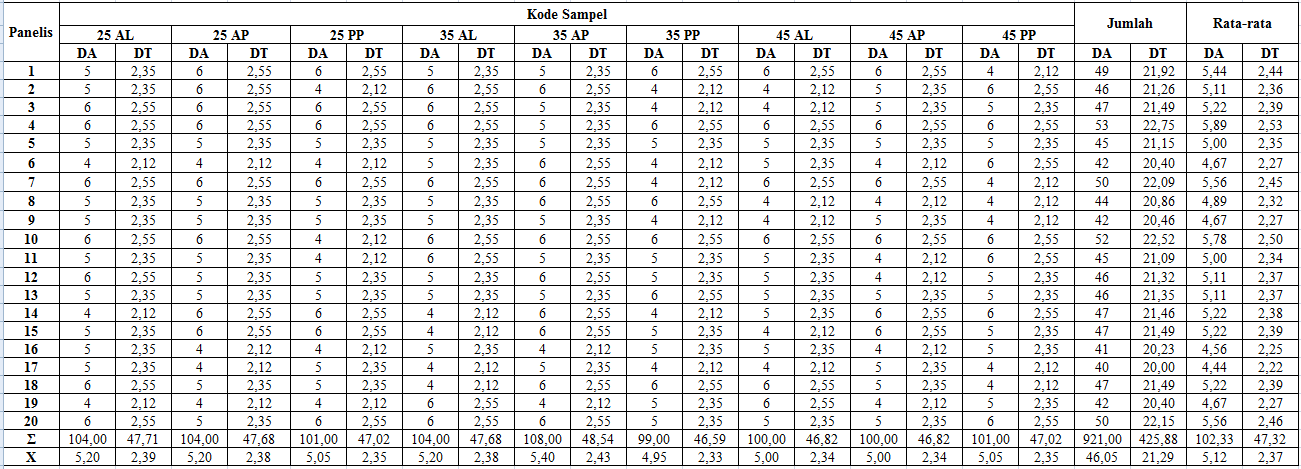
Sy = = = 0,0378

Tabel 80. Uji Lanjut Duncan Terhadap Aroma Keripik Tempe Hari Ke-20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 1,95 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,10 | 45 PP | 1,97 | 0,02tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,11 | 25 PP | 2,10 | 0,15\* | 0,13\* | - | - | - | - | - | - | - | b |
| 3,02 | 0,11 | 45 AP | 2,13 | 0,17\* | 0,16\* | 0,02tn | - | - | - | - | - | - | bc |
| 3,09 | 0,12 | 45 AL | 2,15 | 0,20\* | 0,18\* | 0,05tn | 0,02tn | - | - | - | - | - | bc |
| 3,15 | 0,12 | 35 AP | 2,19 | 0,23\* | 0,22\* | 0,08tn | 0,06tn | 0,03tn | - | - | - | - | bc |
| 3,19 | 0,12 | 35 AL | 2,20 | 0,24\* | 0,23\* | 0,09tn | 0,07tn | 0,04tn | 0,01tn | - | - | - | bc |
| 3,23 | 0,12 | 25 AP | 2,22 | 0,27\* | 0,25\* | 0,12tn | 0,09tn | 0,07tn | 0,04tn | 0,03tn | - | - | bc |
| 3,26 | 0,12 | 25 AL | 2,24 | 0,28\* | 0,27\* | 0,13\* | 0,11tn | 0,09tn | 0,05tn | 0,04tn | 0,02tn | - | c |

Lampiran 8. Perhitungan Uji Hedonik Keripik Tempe Terhadap Atribut Tekstur

Tabel 81. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0



Faktor Koreksi = = = 1007,63

Tabel 82. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-0

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,156 | 0,02 | 0,841 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,209 | 0,06 | 2,75 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 3,517 | 0,02 |  |  |  |
| Total | 179 | 4,882 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

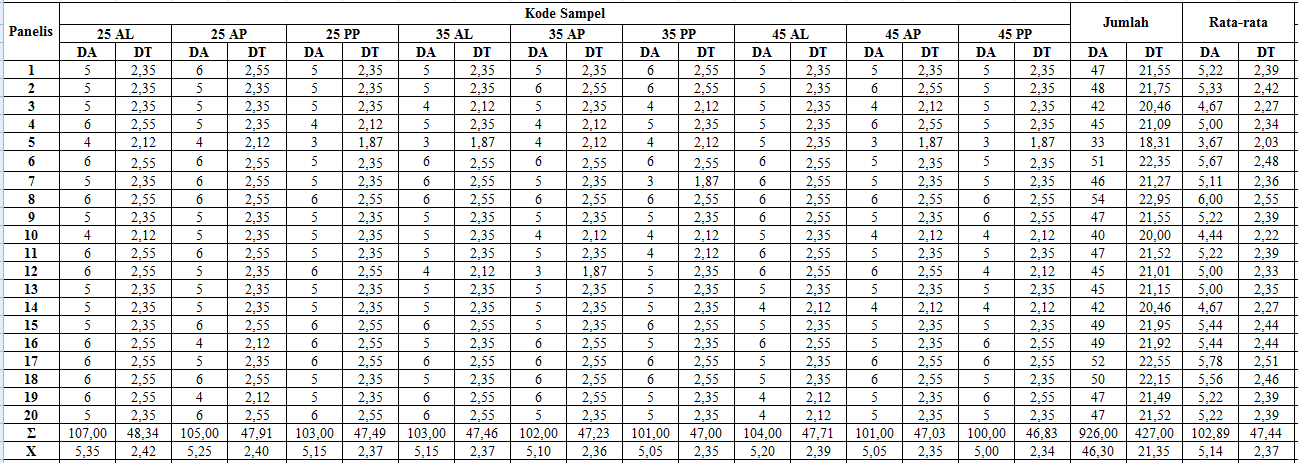
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,034

Tabel 83. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 2,33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,09 | 45 AL | 2,34 | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,10 | 45 AP | 2,34 | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,02 | 0,10 | 45 PP | 2,35 | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,09 | 0,11 | 25 PP | 2,35 | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | a |
| 3,15 | 0,11 | 35 AL | 2,38 | 0,05tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,03tn | - | - | - | - | a |
| 3,19 | 0,11 | 25 AP | 2,38 | 0,05tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,03tn | 0,00tn | - | - | - | a |
| 3,23 | 0,11 | 25 AL | 2,39 | 0,06tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,03tn | 0,00tn | 0,00tn | - | - | a |
| 3,26 | 0,11 | 35 AP | 2,43 | 0,10tn | 0,09tn | 0,09tn | 0,08tn | 0,08tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,04tn | - | a |

Tabel 84. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5



Faktor Koreksi = = = 1012,94

Tabel 85. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,094 | 0,01 | 0,644 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 2,169 | 0,11 | 6,24 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 2,780 | 0,02 |  |  |  |
| Total | 179 | 5,043 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

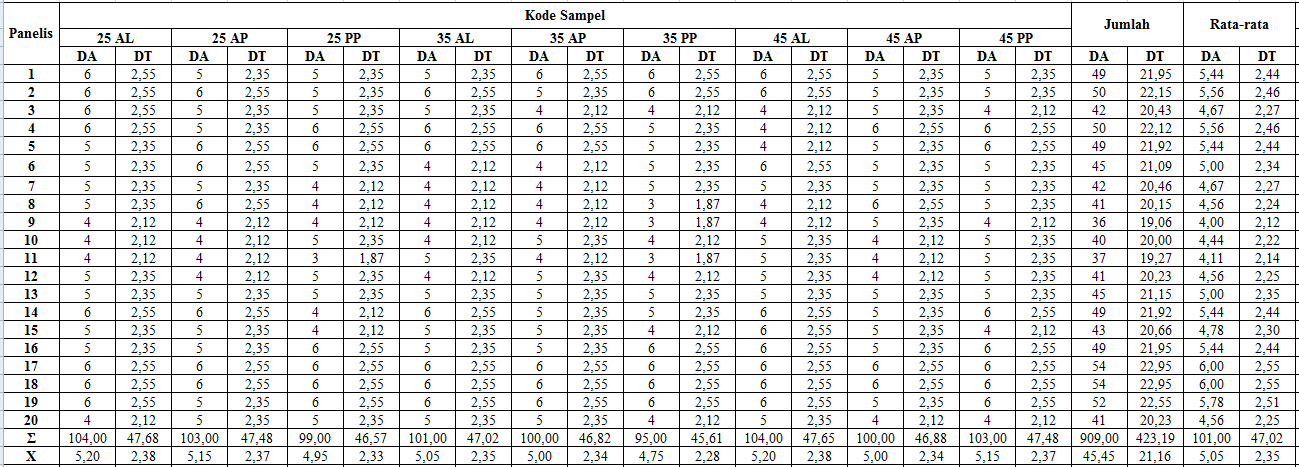
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0302

Tabel 86. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 45 PP | 2,34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,08 | 45 AP | 2,35 | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,09 | 35 PP | 2,35 | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,02 | 0,09 | 35 AP | 2,36 | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | a |
| 3,09 | 0,09 | 35 AL | 2,37 | 0,03tn | 0,02tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | a |
| 3,15 | 0,10 | 25 PP | 2,37 | 0,03tn | 0,02tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | a |
| 3,19 | 0,10 | 45 AL | 2,39 | 0,04tn | 0,03tn | 0,04tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | a |
| 3,23 | 0,10 | 25 AP | 2,40 | 0,05tn | 0,04tn | 0,05tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | a |
| 3,26 | 0,10 | 25 AL | 2,42 | 0,08tn | 0,07tn | 0,07tn | 0,06tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,02tn | - | a |

Tabel 87. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10



Faktor Koreksi = = = 994,94

Tabel 88. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,175 | 0,02 | 1,315 tn | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 2,889 | 0,15 | 9,13 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 2,532 | 0,02 |  |  |  |
| Total | 179 | 5,596 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

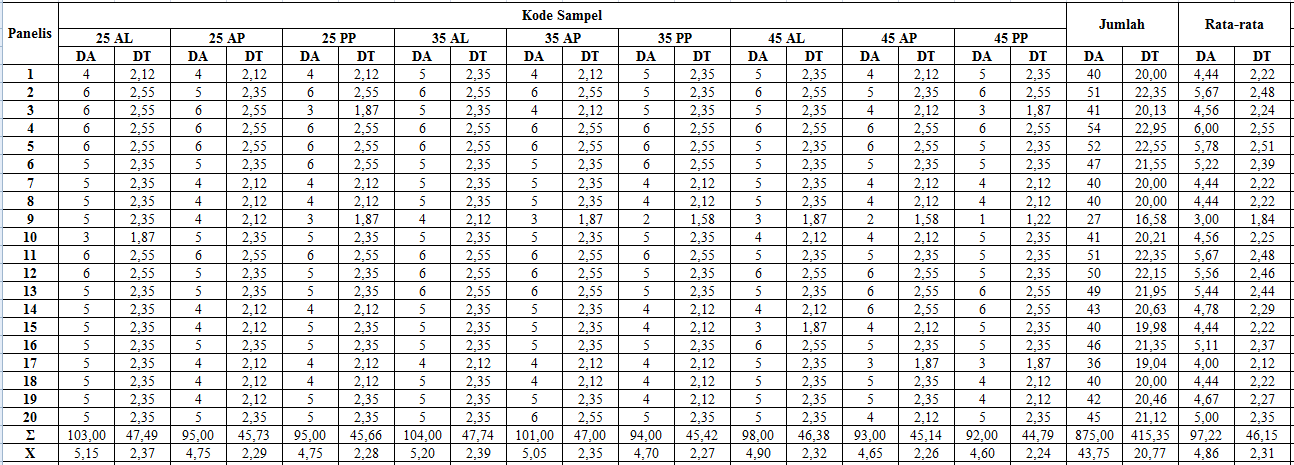
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0289

Tabel 89. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 2,28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,08 | 25 PP | 2,33 | 0,05tn | - | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 2,92 | 0,08 | 45 AP | 2,34 | 0,06tn | 0,02tn | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,02 | 0,09 | 35 AP | 2,34 | 0,06tn | 0,01tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,09 | 0,09 | 35 AL | 2,35 | 0,07tn | 0,02tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | ab |
| 3,15 | 0,09 | 45 PP | 2,37 | 0,09tn | 0,05tn | 0,03tn | 0,03tn | 0,02tn | - | - | - | - | ab |
| 3,19 | 0,09 | 25 AP | 2,37 | 0,09tn | 0,05tn | 0,03tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,00tn | - | - | - | ab |
| 3,23 | 0,09 | 45 AL | 2,38 | 0,10\* | 0,05tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,01tn | 0,01tn | - | - | b |
| 3,26 | 0,09 | 25 AL | 2,38 | 0,10\* | 0,06tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,01tn | 0,01tn | 0,00tn | - | b |

Tabel 90. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15



Faktor Koreksi = = = 958,42

Tabel 91. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-15

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,446 | 0,06 | 2,683 \*\* | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 4,629 | 0,24 | 11,73 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 3,158 | 0,02 |  |  |  |
| Total | 179 | 8,233 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

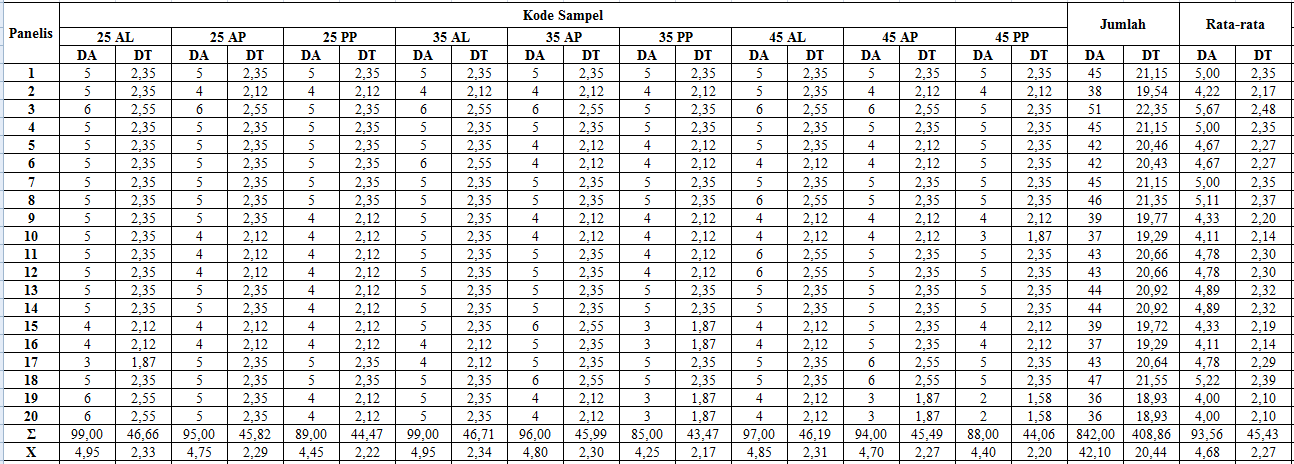
**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0322

Tabel 92. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-15

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 45 PP | 2,24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,09 | 45 AP | 2,26 | 0,02tn | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,92 | 0,09 | 35 PP | 2,27 | 0,03tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 3,02 | 0,10 | 25 PP | 2,28 | 0,04tn | 0,03tn | 0,01tn | - | - | - | - | - | - | abc |
| 3,09 | 0,10 | 25 AP | 2,29 | 0,05tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,00tn | - | - | - | - | - | abc |
| 3,15 | 0,10 | 45 AL | 2,32 | 0,08tn | 0,06tn | 0,05tn | 0,04tn | 0,03tn | - | - | - | - | abc |
| 3,19 | 0,10 | 35 AP | 2,35 | 0,11tn | 0,09tn | 0,08tn | 0,07tn | 0,06tn | 0,03tn | - | - | - | abc |
| 3,23 | 0,10 | 25 AL | 2,37 | 0,14\* | 0,12\* | 0,10tn | 0,09tn | 0,09tn | 0,06tn | 0,02tn | - | - | bc |
| 3,26 | 0,11 | 35 AL | 2,39 | 0,15\* | 0,13\* | 0,12\* | 0,10tn | 0,10tn | 0,07tn | 0,04tn | 0,01tn | - | c |

Tabel 93. Hasil Pengamatan Uji Hedonik Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20



Faktor Koreksi = = = 928,70

Tabel 94. Hasil Perhitungan Anava Terhadap Tekstur Keripik Tempe Pada Hari Ke-20

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sumber Variasi** | **DB** | **JK** | **RJK** | **F Hitung** | **F Tabel** | |
| **5%** | **1%** |
| Sampel | 8 | 0,542 | 0,07 | 3,550 \*\* | 1,94 | 2,51 |
| Panelis | 19 | 1,867 | 0,10 | 5,15 \*\* |  |  |
| Galat | 152 | 2,900 | 0,02 |  |  |  |
| Total | 179 | 5,309 |  |  |  |  |

Keterangan:

Fhitung< Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda tn → tidak berbeda nyata.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan Fhitung< Ftabel pada taraf 1% diberi tanda \* → berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

Fhitung> Ftabel pada taraf 5% dan 1% diberi tanda \*\* → sangat berbeda nyata, maka diperlukan uji lanjut.

**Uji Lanjut Duncan**

Sy = = = 0,0309

Tabel 95. Uji Lanjut Duncan Terhadap Tekstur Keripik Tempe Hari Ke-20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR 5%** | **LSR 5%** | **Kode** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| - | - | 35 PP | 2,17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | a |
| 2,77 | 0,09 | 45 PP | 2,20 | 0,03tn | - | - | - | - | - | - | - | - | ab |
| 2,92 | 0,09 | 25 PP | 2,22 | 0,05tn | 0,02tn | - | - | - | - | - | - | - | abc |
| 3,02 | 0,09 | 45 AP | 2,27 | 0,10tn | 0,07tn | 0,05tn | - | - | - | - | - | - | abcd |
| 3,09 | 0,10 | 25 AP | 2,29 | 0,12\* | 0,09tn | 0,07tn | 0,02tn | - | - | - | - | - | bcd |
| 3,15 | 0,10 | 35 AP | 2,30 | 0,13\* | 0,10tn | 0,08tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | - | bcd |
| 3,19 | 0,10 | 45 AL | 2,31 | 0,14\* | 0,11\* | 0,09tn | 0,03tn | 0,02tn | 0,01tn | - | - | - | cd |
| 3,23 | 0,10 | 25 AL | 2,33 | 0,16\* | 0,13\* | 0,11\* | 0,06tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,02tn | - | - | d |
| 3,26 | 0,10 | 35 AL | 2,34 | 0,16\* | 0,13\* | 0,11\* | 0,06tn | 0,04tn | 0,04tn | 0,03tn | 0,00tn | - | d |