

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 6, No. 3, Desember 2018



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, dan mulai tahun ini berisi 15 naskah untuk setiap nomornya. Peningkatan jumlah naskah pada setiap nomornya ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota PERTETA tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam invited paper yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, review perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, technical paper hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta research methodology berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 6 No. 3 Desember 2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Slamet Budijanto, M.Agr. (Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS. (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Ir. Loekas Susanto, MS., Ph.D. (Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Prof.Dr.Ir. Muhammad Idrus Alhamid (Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia), Prof.Dr.Ir. Sobir, M.Si. (Departemen Agronomi dan Hortikultura (AGH), Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Bambang Susilo, M.Sc.Agr. (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya), Dr. Radi, STP., M.Eng. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Evi Savitri Iriani M.Si. (Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian), Dr.Ir. Hermantoro, MS. (Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta), Dr.Ir. Ridwan Rachmat, M.Agr. (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Leopold Oscar Nelwan, STP., M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Slamet Widodo, STP., M.Sc. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Muhamad Yulianto, ST., MT. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Nora H. Pandjaitan, DEA. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Chusnul Arif, STP., M.Si. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Satyanto Krido Saptomo, STP, M.Si. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Wilson Palelingan Aman, STP., M.Si. (Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Papua), Andri Prima Nugroho, STP., M.Sc., Ph.D. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada), Asna Mustofa, STP., MP. (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung) Agus Ghautsum Ni'am, STP., M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

**Pendugaan Umur Simpan Saus Buah Merah Pedas
(*Pandanus conoideus Lamk*) dengan Metode Accelerated Shelf Life Test**

*Prediction Shelf Life of Red Fruit Spicy Sauce (*Pandanus conoideus Lamk*) by Using Accelerated Shelf Life Test Method*

Raden Haryo Bimo Setiarto (main contributors), Researcher at Microbial Biochemistry Laboratory, Microbiology Division, Research Center for Biology LIPI. Email: haryobimo88@gmail.com
Nunuk Widhyastuti, Bidang Mikrobiologi Pusat Penelitian Biologi LIPI. Email: nunukwidhyastuti@gmail.com
Nety Agustin, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Sahid. Email: netyagustin14@gmail.com
Rahmawati, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Sahid. Email: rahmafaraasara@gmail.com
Albert Husein Wawo, Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi LIPI. Email: wawoal@yahoo.com

Abstract

Red fruit sauce was sauce that made from mixing red fruit paste and mikmak sweet potato flour. This reserach aimed to study the shelf life red fruit sauce with ASLT method using Arrhenius equation. The parameters of shelf life were viscosity, water content, pH, total mold, total bacteria, and organoleptic. From the six parameters, it was known that water content has the lowest activation energy (10,401.08 cal/mol) and appearance paramater of organoleptic has the highest activation energy (28,623.36 cal/mol). The lowest activation energy was used to determine product shelf life. The shelf life reaction was following ordo 1. The linier regrestion was $y = -703.663(1/T) + 8.4649$. The result of shelf life calculation was based on water content parameter in temperature 27°C is 25 months, in 37°C is 14 months, and in 47°C is 8 months.

Keywords: Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT), Arrhenius, activation energy, red fruit chili sauce, shelf life.

Abstrak

Saus buah merah pedas merupakan saus yang dibuat dengan menggunakan pasta buah merah dan tepung ubi jalar mikmak sebagai bahan bakunya. Penelitian ini bertujuan melakukan pendugaan umur simpan produk saus buah merah pedas dengan metode *Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT)* menggunakan persamaan Arrhenius. Parameter pendugaan umur simpan produk saus buah merah pedas diantaranya viskositas, kadar air, pH, total kapang, total bakteri, dan sifat organoleptik. Dari keenam parameter tersebut diketahui bahwa kadar air menghasilkan energi aktivasi yang paling rendah (10,401.08 kal/mol) dan parameter kenampakan tekstur organoleptik menghasilkan energi aktivasi tertinggi yaitu 28,623.36 kal/mol. Energi aktivasi terendah digunakan untuk menentukan umur simpan produk saus buah merah pedas. Reaksi penurunan mutu produk saus buah merah pedas mengikuti ordo reaksi 1, dengan persamaan regresi linier $y = -703.663(1/T) + 8.4649$. Hasil perhitungan umur simpan saus buah merah pedas berdasarkan parameter kadar air pada penyimpanan suhu 27°C selama 25 bulan, 37°C selama 14 bulan dan 47°C selama 8 bulan.

Kata Kunci: Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT), Arrhenius, energi aktivasi, saus buah merah pedas, umur simpan

Diterima: 31 Mei 2018; Disetujui: 5 Oktober 2018

Pendahuluan

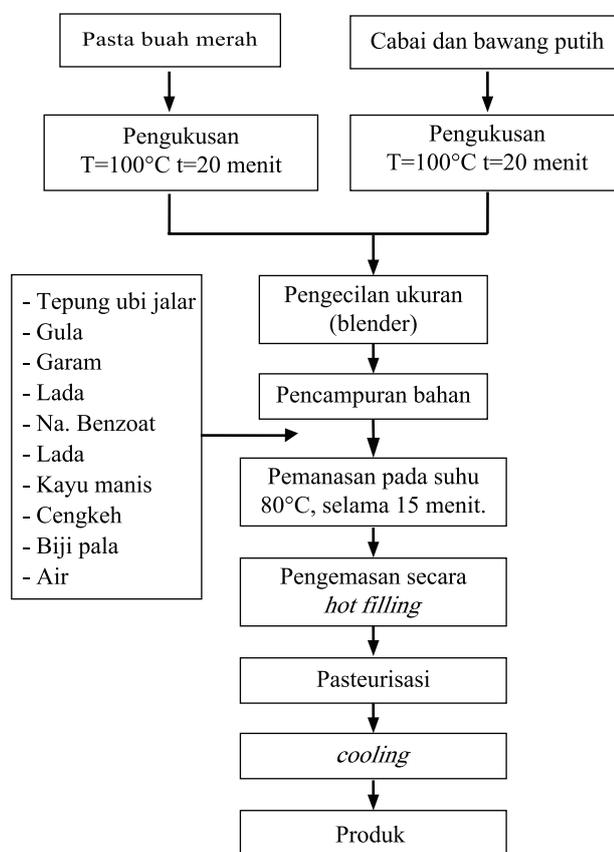
Buah merah (*Pandanus conoideus Lamk*) merupakan buah lokal yang terdapat di Provinsi Papua, tepatnya di daerah pegunungan Jayawijaya, Nabire, Timika dan Manokwari (Budi dan Paimin 2005). Proses pengolahan buah merah menghasilkan tiga komponen yaitu minyak, air, dan pasta. Hasil samping ekstraksi buah merah yaitu pasta buah

merah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan saus (Sarungallo *et al.*, 2010). Pemanfaatan pasta buah merah saat ini masih terbatas sebagai bahan pakan ternak dan dibuang sebagai limbah (Murtiningrum dan Cepada, 2011). Buah merah memiliki kandungan gizi yang tinggi, kaya antioksidan berupa karotenoid dan tokoferol serta mengandung asam lemak jenuh (Palupi dan Martanto, 2009).

Saus buah merah pedas menggunakan pasta

buah merah sebagai bahan bakunya dengan campuran tepung ubi jalar mikmak dan cabai (Sari et al, 2015). Penambahan tepung ubi jalar mikmak untuk meningkatkan viskositas dari saus buah merah pedas. Pasta buah merah memiliki karakteristik warna yang sangat cocok untuk digunakan dalam pembuatan saus karena memiliki warna merah alami, sehingga tidak diperlukan bahan tambahan pewarna dalam pembuatan saus. Pigmen warna merah alami yang dihasilkan dari buah merah dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu karotenoid dan antosianin (Winarno, 2002).

Saus merupakan produk pangan yang mengandung kadar air tinggi, sehingga cepat mengalami kerusakan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengujian terhadap umur simpan saus buah merah pedas. Herawati (2008) menyatakan umur simpan adalah waktu yang diperlukan oleh produk untuk mencapai tingkatan degradasi mutu tertentu dalam kondisi penyimpanan tertentu. Menurut Khamidah (2010), energi aktivasi merupakan energi yang diperlukan untuk mendegradasi suatu produk, nilai energi aktivasi akan bernilai rendah apabila reaksi berjalan cepat yang memiliki arti produk akan lebih cepat mengalami kerusakan. Apabila energi aktivasi tinggi maka kerusakannya akan berjalan lambat. Terdapat enam faktor yang dapat menyebabkan penurunan mutu atau kerusakan pada produk pangan yaitu oksigen, uap air, cahaya, mikroorganisme, kompresi dan bahan kimia toksik (Palupi et al., 2014).



Gambar 1. Diagram alir proses pengolahan saus buah merah pedas.

Menurut Arpah dan Syarief (2000), umur simpan suatu produk pangan dapat diduga dengan dua metode yaitu ESS (*Extended Storage Studies*) yang dilakukan dengan cara menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal dan ASLT (*Accelerated Shelf Life Test*). Metode ASLT adalah penentuan umur simpan produk dengan cara mempercepat perubahan mutu pada parameter kritis. Metode ini menggunakan kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi penurunan mutu produk pangan. Produk pangan disimpan pada kondisi suhu ekstrim, sehingga parameter kritisnya mengalami penurunan mutu akibat pengaruh panas. Pada metode ini kondisi penyimpanan diatur di luar kondisi normal sehingga produk dapat lebih cepat rusak dan penentuan umur simpan dapat ditentukan. Dengan metode ini, penyimpanan produk menggunakan tiga suhu yang mampu memprediksi umur simpan pada suhu penyimpanan yang diinginkan (Arif, 2016).

Pada penelitian ini pendugaan umur simpan pada saus buah merah pedas dilakukan dengan menggunakan metode percepatan atau *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan melakukan perhitungan model matematika Arrhenius. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pendugaan umur simpan pada produk saus buah merah pedas dengan metode *Accelerated Shelf Life Test*.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Bidang Mikrobiologi Pusat Penelitian Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) untuk formulasi, pembuatan produk, pengujian organoleptik, pengujian mikrobiologi. Sementara itu uji fisik dan kimia dilakukan di Laboratorium Instrumen Teknologi Pangan Universitas SAHID Jakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan November 2017.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasta buah merah yang diperoleh dari Kebun Raya Wamena, tepung ubi jalar mikmak yang diproduksi oleh UKM binaan Kebun Biologi Wamena. Bumbu yang digunakan berasal dari pasar Cibinong, Jawa Barat. Natrium benzoat dan Gum arab didapatkan dari toko kimia Setiaguna, Bogor.

Peralatan yang digunakan pada pengolahan saus buah merah pedas adalah *autoclave*, pisau, baskom, *blender*, kompor gas, panci, *termometer*, timbangan, sendok, baskom, piring dan talenan. Peralatan yang digunakan dalam analisa laboratorium terdiri dari *pH meter*, inkubator, *refractometer*, *viscometer*, pipet mikro, *spreader*, bunsen, cawan petri, tabung reaksi.

Proses Pengolahan Saus Buah Merah Pedas

Proses pengolahan saus buah merah pedas meliputi persiapan bahan dan sortasi, pembersihan,

pengukusan, pengecilan ukuran, pemasakan, pengemasan. Pada Gambar 1 dapat dilihat diagram alir proses pembuatan saus buah merah pedas.

Pendugaan Umur Simpan Saus Buah Merah Pedas Lokal Wamena (Meikapasa, 2016)

Pendugaan umur simpan pada saus dilakukan dengan metode percepatan *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Sampel saus buah merah dilakukan penyimpanan di dalam botol jam pada tiga suhu yang berbeda yaitu 27°C, 37°C dan 47°C masing-masing dilakukan tiga ulangan. Setiap 6 hari sekali dilakukan analisis pada parameter kritis saus buah merah pedas meliputi viskositas, pH, kadar air, jumlah kapang dan total bakteri serta organoleptik (warna, aroma, rasa dan konsistensi). Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 1 gram saus buah merah pedas pada masing-masing perlakuan suhu penyimpanan untuk uji fisik, kimia dan mikrobiologi (pengambilan sampel dilakukan secara steril).

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan model matematika, yaitu model Arrhenius. Data dari analisis setiap parameter diplotkan terhadap waktu (hari) sehingga didapatkan persamaan regresi linearnya dan diperoleh tiga persamaan untuk tiga kondisi suhu penyimpanan produk $y = bx + a$. Dimana y = nilai karakteristik produk, x = waktu penyimpanan (hari), b = laju perubahan karakteristik (slope = laju penurunan mutu = k), dan a = nilai karakteristik awal produk. Pemilihan orde reaksi untuk suatu parameter dilakukan dengan cara membandingkan koefisien determinasi (R^2) tiap persamaan regresi linear pada suhu yang sama. Orde reaksi dengan nilai R^2 yang lebih besar merupakan orde reaksi yang digunakan pada parameter uji tersebut.

Nilai $\ln k$ dan $1/T$ ($1/K$) yang merupakan parameter Arrhenius ditabulasikan, selanjutnya nilai $\ln k$ diplotkan terhadap $1/T$ ($1/K$) dan didapatkan nilai intersep dan slope dari persamaan regresi linier $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T)$ dimana $\ln k_0$ = intersep, E_a/R = slope, E_a = energi aktivasi, dan R = konstanta gas ideal (1.986 kal/mol). Dari persamaan tersebut diperoleh nilai konstanta k_0 yang merupakan faktor eksponensial dan nilai energi aktivasi (E_a) reaksi perubahan karakteristik produk kemudian ditentukan model persamaan laju reaksi (k) perubahan karakteristik produk siap pakai dengan $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$.

Penentuan parameter kunci dengan melihat parameter yang mempunyai energi aktivasi terendah. Umur simpan saus buah merah pedas dihitung dengan persamaan kinetika reaksi berdasarkan orde reaksinya, yaitu sebagai berikut:

$$t = (A_0 - A_t) / k \quad (\text{Pers. Orde Nol})$$

$$t = \ln(A_0 - A_t) / k \quad (\text{Pers. Orde Satu})$$

Keterangan : t = umur simpan produk (hari), A_0 = nilai atribut mutu di awal (hari ke-0), A_t = nilai atribut mutu di akhir (hari ke- t), dan k = konstanta penurunan mutu.

Hasil dan Pembahasan

Pendugaan Umur Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter Viskositas

Tepung ubi jalar mikmak memiliki nilai viskositas sebesar 1678 cP sedangkan pasta buah merah memiliki nilai viskositas sebesar 9083 cP. Hal tersebut menyebabkan semakin banyak penambahan tepung ubi jalar mikmak maka viskositas saus buah merah yang dihasilkan semakin tinggi. Peningkatan viskositas dapat disebabkan pula oleh semakin tinggi total padatan terlarut yang terdapat pada suatu bahan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan kadar total padatan terlarut pasta buah merah adalah 11°brix, sedangkan total padatan terlarut tepung ubi jalar mikmak adalah 16°brix. Formulasi saus buah merah pedas terpilih memiliki nilai viskositas 1733 cP.

Terjadinya penurunan nilai viskositas saus buah merah selama penyimpanan disebabkan oleh suhu dan lama penyimpanan. Semakin tinggi suhu dan lama penyimpanan, nilai viskositas semakin rendah. Penurunan nilai viskositas tersebut diikuti dengan peningkatan kadar air pada saus buah merah pedas. Peningkatan kadar air selama masa penyimpanan terjadi karena produk saus buah merah pedas menyerap uap air bebas dari sekitar lingkungannya sehingga terjadi keseimbangan RH (kelembaban relatif) antara kadar air dalam produk saus buah merah dengan lingkungannya. Peningkatan RH akan menyebabkan kenaikan nilai A_w (aktivitas air) pada produk saus buah merah yang berdampak terhadap penurunan umur simpan produk. Sebagaimana diketahui peningkatan A_w pada produk pangan yang mencapai 0.8 dan pada RH 80% akan mempercepat terjadinya pembusukan produk saus buah merah akibat kerusakan mikrobiologis.

Nilai viskositas mempengaruhi kekentalan tekstur suatu produk pangan. Selama penyimpanan dalam waktu dan suhu tertentu, kadar air dalam produk saus buah merah cenderung mengalami peningkatan akibat pengemasan saus buah merah menggunakan botol jam sehingga membuat uap air tersebut tidak dapat keluar dari kemasan (Meikapasa, 2016). Kemasan botol jam mampu mempertahankan gas dan uap air yang berasal dari dalam maupun dari luar kemasan (Ephmara, 2014). Hal tersebut diindikasikan dapat meningkatkan kadar air dan menurunkan nilai viskositas pada saus buah merah pedas. Sementara itu Arocas *et al* (2008) menyatakan bahwa sineresis yang terjadi pada *white sauce* juga memberikan dampak yang kurang baik untuk sambal andaliman, seperti menurunnya viskositas sambal andaliman selama penyimpanan.

Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada penurunan viskositas saus buah merah pedas yang dapat dilihat pada Gambar 2 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = -11,329.9575x + 30.1167$ dengan nilai $R^2 = 0.9339$. Energi aktivasi (E_a) pada perubahan

viskositas sebesar 22,501.30 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan viskositas pada saus buah merah pedas diperlukan energi sebesar 22,501.30 kal/mol.

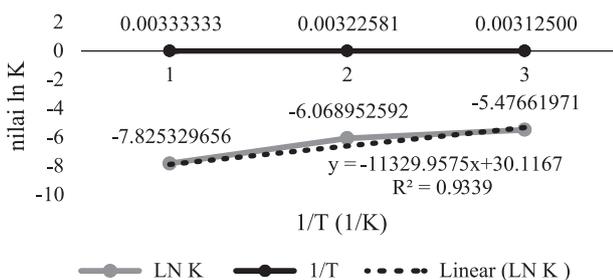
Pendugaan Umum Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter pH

Nilai pH yang semakin rendah seiring dengan lamanya waktu penyimpanan akan membuat rasa saus buah merah tidak disukai oleh konsumen. Kriteria syarat mutu saus pedas yang dapat diterima sesuai dengan ketentuan SNI 01-2976-2006 maksimal berada pada pH 4.0. Penurunan nilai pH saus buah merah pada penelitian ini berada pada kisaran 5.3-4.9, sehingga cenderung masih dapat diterima oleh konsumen. Linatas (2010) melaporkan perubahan nilai pH seiring dengan penurunan suhu dan lama penyimpanan diduga karena komponen pigmen karotenoid dan antosianin dalam produk saus buah merah mengalami degradasi sehingga menyebabkan nilai pH menjadi berubah. Pemanasan menyebabkan konformasi struktur karotenoid dan antosianin berubah menjadi struktur yang tidak stabil. Nilai pH saus buah merah pedas selama penyimpanan mengalami sedikit penurunan. Putra et al (2010) melaporkan bahwa perubahan pH pada suatu produk dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu suhu serta penyimpanan yang kurang baik. Suhu yang tinggi saat penyimpanan dapat meningkatkan keasaman dan menyebabkan penurunan pH, sehingga mengakibatkan penurunan mutu saus buah merah pedas. Penurunan pH berbanding lurus dengan penurunan mutu saus buah merah pedas. Hasil pengujian menunjukkan rentang pH tertinggi yaitu pada suhu 27°C sedangkan rentang pH terendah pada suhu 47°C. Dari hasil

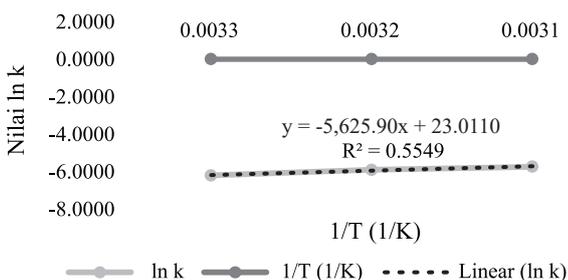
tersebut diketahui bahwa nilai pH linear walaupun hanya mengalami sedikit penurunan. Persamaan regresi linear dari plot ln k dan 1/T pada perubahan pH saus buah merah pedas yang dapat dilihat pada Gambar 3 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = -5,625.90x + 23.0110$ dengan nilai $R^2 = 0.5549$. Energi aktivasi (Ea) pada perubahan pH sebesar 11,173.04 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan pH pada saus buah merah pedas diperlukan energi sebesar 11,173.04 kal/mol.

Pendugaan Umum Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter Kadar Air

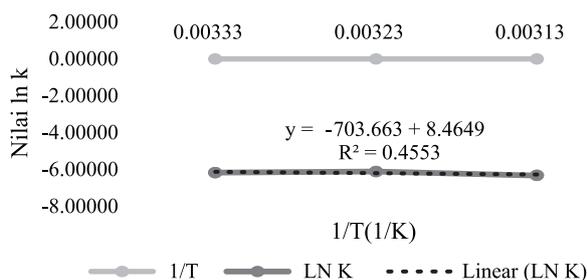
Hasil pengujian selama perlakuan penyimpanan nilai kadar air produk saus buah merah berkisar antara 56,55% – 67,43%. Kriteria syarat mutu saus pedas yang dapat diterima sesuai dengan ketentuan SNI 01-2976-2006 adalah kadar air bahan maksimal 70%. Selama penyimpanan dalam waktu dan suhu tertentu, kadar air dalam produk saus buah merah semakin meningkat. Hal ini diduga karena kemasan botol jam produk saus buah merah mampu mempertahankan uap air dari luar maupun dari dalam produk sehingga tidak ada transfer uap air dari dalam maupun luar kemasan (Meikapasa, 2016). Kandungan air dalam produk tetap menguap namun karena pengemasan yang menggunakan botol jam akan membuat uap air tersebut tidak dapat keluar dari kemasan sehingga tertahan di permukaan dalam kemasan dengan terbentuk titik-titik uap air (Ephmara, 2014). Kemasan botol jam mampu mempertahankan gas dan uap air yang berasal dari dalam maupun dari luar kemasan. Nursari et al (2016) melaporkan peningkatan kadar air dapat pula meningkatkan aktivitas air sehingga akan mempermudah pertumbuhan mikroba yang akan menyebabkan kerusakan produk. Karena air sebagai media pertumbuhan mikroba, sehingga kandungan air suatu produk pangan harus selalu diperhatikan. Meikapasa (2016) melaporkan bahwa air bebas juga dapat menjadi katalis perantara dalam berbagai aktivitas biokimia bakteri, khususnya pada proses perombakan substrat melalui reaksi enzimatik. Persamaan regresi linear dari plot ln k dan 1/T pada perubahan kadar air saus buah merah pedas yang dapat dilihat pada Gambar 4 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = -703.663 + 8.4649$ dengan nilai $R^2 = 0.4553$. Energi aktivasi (Ea) pada perubahan



Gambar 2. Grafik hubungan antara ln k dan 1/T parameter viskositas.



Gambar 3. Grafik hubungan antara ln k dan 1/T parameter pH.



Gambar 4. Grafik hubungan antara ln k dan 1/T parameter kadar air.

kadar air sebesar 1,397.47 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan kadar air pada saus buah merah pedas diperlukan energi sebesar 1,397.47 kal/mol.

Pendugaan Umum Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter Total Mikroba dan Total Kapang

Uji total mikroba pada produk saus buah merah pedas bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan bakteri selama penyimpanan. Terdapat pertumbuhan bakteri pada produk saus buah merah pedas selama perlakuan penyimpanan. Sementara itu hasil pengujian terhadap kapang selama perlakuan penyimpanan saus buah merah pedas tidak terdapat pertumbuhan kapang. Dengan tidak adanya perubahan total mikroba pada produk, menyebabkan produk tidak dapat dihitung energi aktivasinya, sehingga total kapang tidak dijadikan sebagai parameter dalam pendugaan umur simpan. Pada pengujian total mikroba menunjukkan adanya pertumbuhan selama perlakuan penyimpanan, sehingga dapat dijadikan sebagai parameter dalam pengujian pendugaan umur simpan saus buah merah pedas. Meikapasa (2016) melaporkan bahwa dengan peningkatan suhu dan lama penyimpanan menyebabkan terjadinya peningkatan *A_w* yang tinggi pada produk akibat adanya proses sineresis pada saus, sehingga dapat menjadikan aktivitas pertumbuhan mikroba menjadi semakin tinggi pula. Persamaan regresi linear dari plot *ln k* dan *1/T* pada pertumbuhan bakteri saus buah merah pedas dapat dilihat pada Gambar 5 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = -9,537.82x - 28.1734$ dengan nilai $R^2 = 0.8978$. Energi aktivasi (*E_a*) pada pertumbuhan bakteri sebesar 18,942.11 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya pertumbuhan bakteri pada saus buah merah pedas diperlukan energi sebesar 18,942.11 kal/mol.

Pendugaan Umum Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter Warna

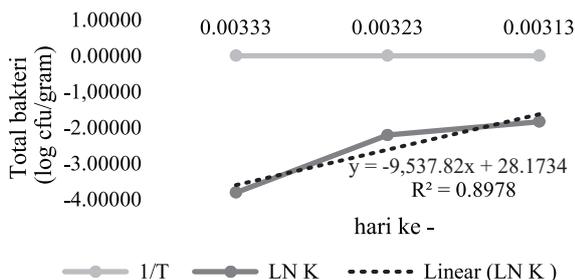
Untuk mengetahui tingkat kesukaan terhadap warna saus buah merah pedas, dilakukan uji hedonik. Rata-rata uji hedonik saus buah merah pedas didapatkan rata-rata nilai skala hedonik untuk parameter warna berkisar antara 6.8 – 9.0 dengan deskripsi agak suka sampai amat sangat

suka. Kriteria penolakan parameter warna melalui uji hedonik berada pada kisaran skor 4 (agak tidak suka). Selama penyimpanan saus buah merah pedas mengalami perubahan warna merah menjadi sedikit kecokelatan. Perubahan warna tersebut membuat panelis kurang menyukai produk saus yang telah mengalami penyimpanan. Terjadi penurunan rata-rata penerimaan panelis terhadap warna saus selama perlakuan penyimpanan pada suhu 27°C, 37°C dan 47°C. Menurut Arpah (2001) energi aktivasi yang mengakibatkan kerusakan pigmen-pigmen yang larut air antara 15-30 kkal/mol. Karotenoid merupakan pigmen warna merah yang paling tinggi didalam buah merah yaitu sebesar 12.00 ppm/1000 gram (Palupi dan Martanto, 2009). Parinussa dan Rondonuwu (2009) melaporkan bahwa karotenoid memiliki sifat yang mudah rusak akibat adanya asam dan halogen bebas, terutama didukung dengan adanya cahaya dan suhu yang tinggi. Karotenoid sangat mudah teroksidasi oleh adanya oksigen atau oksidator lain.

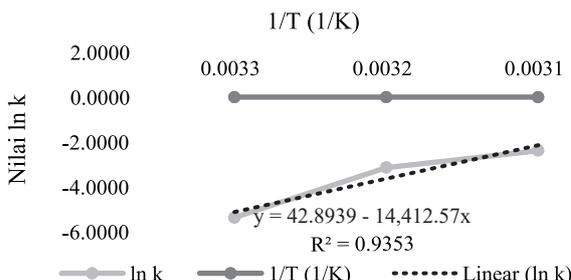
Kerusakan karotenoid pada saus buah merah pedas menyebabkan warna saus mengalami perubahan warna yaitu menjadi sedikit cokelat. Hal tersebut disebabkan karena karotenoid mempunyai struktur poliena yang mengakibatkan komponen tersebut reaktif terhadap panas dan cahaya (Parinussa dan Rondonuwu, 2009). Sehingga menyebabkan panelis kurang menyukai warna dari saus buah merah yang telah mengalami perubahan warna selama perlakuan penyimpanan. Persamaan regresi linear dari plot *ln k* dan *1/T* pada perubahan warna saus buah merah pedas yang dapat dilihat pada Gambar 6 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 42.8939 - 14,412.57x$ dengan nilai $R^2 = 0.9353$. Energi aktivasi (*E_a*) pada perubahan warna pada saus sebesar 28,623.36 kal/mol. Hal tersebut berarti untuk memulai terjadinya perubahan warna diperlukan energi sebesar 28,623.36 kal/mol.

Pendugaan Umum Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter Rasa

Penurunan tingkat kesukaan oleh panelis terhadap parameter rasa dari saus buah merah pedas terjadi karena penyimpanan pada suhu yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa saus yang telah mengalami perlakuan penyimpanan mengalami penurunan mutu. Penurunan rasa pada produk saus



Gambar 5. Grafik hubungan antara *ln k* dan *1/T* parameter total bakteri.

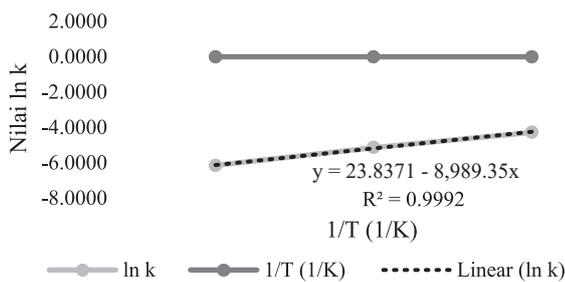


Gambar 6. Grafik hubungan antara *ln k* dan *1/T* parameter warna.

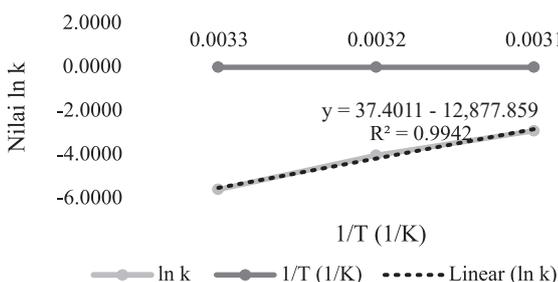
buah merah pada penelitian ini berkisar antara 8,9–8,6. Kriteria penolakan parameter rasa produk saus buah merah melalui uji mutu hedonik berada pada kisaran skor 4 (agak tidak suka). Hal tersebut disebabkan setelah mengalami penyimpanan rasa dari saus buah merah pedas mengalami perubahan yaitu menjadi sedikit lebih asam dan tengik. Menurut Purnawijayanti (2001) makanan yang mengandung gula setelah mengalami kerusakan akan menghasilkan gas dan rasa asam sedangkan pada makanan berlemak akan mengalami perubahan berupa ketengikan. Hal tersebut menyebabkan respon panelis terhadap rasa saus buah merah pedas yang telah mengalami perlakuan penyimpanan relatif menurun karena saus buah merah pedas telah mengalami perubahan rasa. Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan rasa saus buah merah pedas yang dapat dilihat pada Gambar 7 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 23.8371 - 8,989.35x$ dengan nilai $R^2 = 0.9992$. Energi aktivasi (E_a) pada perubahan rasa sebesar 17,852.83 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan rasa pada saus buah merah pedas diperlukan energi sebesar tersebut.

Pendugaan Umum Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter Aroma

Terjadi penurunan tingkat kesukaan oleh panelis terhadap aroma dari saus buah merah pedas setelah mengalami perlakuan penyimpanan pada suhu yang berbeda-beda. Rata-rata uji hedonik saus buah merah pedas didapatkan rata-rata nilai skala hedonik untuk parameter aroma berkisar antara 7.6 – 9.0 dengan deskripsi suka sampai amat sangat suka. Penurunan mutu tersebut tidak terlalu signifikan dikarenakan panelis masih memberikan respon ‘suka’ yang ditunjukkan dengan memberikan angka



Gambar 7. Grafik hubungan antara $\ln k$ dan $1/T$ parameter rasa.

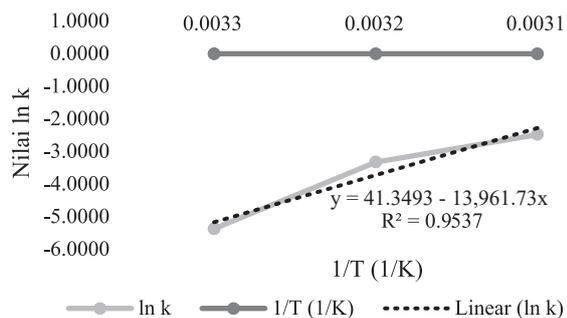


Gambar 8. Grafik hubungan antara $\ln k$ dan $1/T$ parameter aroma.

7. Walaupun mengalami penurunan mutu, tetapi aroma dari saus buah merah masih dapat diterima oleh panelis. Kriteria penolakan parameter aroma melalui uji mutu hedonik berada pada kisaran skor 4 (agak tidak suka). Arini (2015) melaporkan bahwa mikroba dalam bahan pangan dapat mengubah komposisi bahan pangan dengan cara menghidrolisis pati dan selulosa menjadi monomer yang lebih kecil, menghidrolisis dan mengoksidasi lemak sehingga menyebabkan ketengikan, melakukan fermentasi gula serta merombak protein menjadi amoniak sehingga menghasilkan bau busuk. Penjelasan tersebut ditunjukkan dengan adanya perubahan aroma saus buah merah pedas selama perlakuan penyimpanan. Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan aroma saus buah merah pedas yang dapat dilihat pada Gambar 8 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 37.4011 - 12,877.859$ dengan nilai $R^2 = 0.9942$. Energi aktivasi (E_a) pada perubahan aroma sebesar 25,575.43 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan aroma pada saus buah merah pedas diperlukan energi sebesar 25,575.43 kal/mol.

Pendugaan Umum Simpan Saus Buah Merah Berdasarkan Parameter Konsistensi

Pengamatan konsistensi saus buah merah pedas dilakukan dengan cara melihat kekentalan pada saus buah merah pedas yang telah mengalami penyimpanan. Tingkat penerimaan konsistensi saus buah merah pedas mengalami sedikit penurunan setelah mengalami perlakuan penyimpanan. Penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap parameter konsistensi tersebut disebabkan saus yang semula kental menjadi sedikit encer setelah mengalami perlakuan penyimpanan. Rata-rata uji hedonik saus buah merah pedas didapatkan rata-rata nilai skala hedonik untuk parameter konsistensi berkisar antara 6.06 – 9.0 dengan deskripsi agak suka sampai amat sangat suka. Kriteria penolakan parameter konsistensi melalui uji mutu hedonik berada pada kisaran skor 4 (agak tidak suka). Penerimaan panelis terhadap produk saus yang telah mengalami penyimpanan berada pada angka mutu 6 yang menunjukkan respon ‘normal’. Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan konsistensi saus buah merah



Gambar 9. Grafik hubungan antara $\ln k$ dan $1/T$ parameter konsistensi.

Tabel 1. Persamaan Arrhenius dan Energi Aktivasi Setiap Parameter Uji Saus Buah Merah.

Parameter (kal/mol)	Persamaan Arrhenius	Energi aktivasi
Viskositas	$\ln k = -11,329.9575(1/T) + 30.1167$	22,501.30
Nilai pH	$\ln k = -5,625.90(1/T) + 23.0110$	11,173.04
Kadar air	$\ln k = -5,237.2(1/T) + 11.4016$	10,401.08
Total bakteri	$\ln k = -9,537.82(1/T) - 28.1734$	18,942.11
Kapang	-	-
Warna	$\ln k = -14,412.57(1/T) + 42.8939$	28,623.36
Aroma	$\ln k = -12,877.859(1/T) + 37.4011$	25,575.43
Konsistensi	$\ln k = -13,961.73(1/T) + 41.3493$	27,727.99
Rasa	$\ln k = -8,989.35(1/T) + 23.8371$	17,852.83

Tabel 2. Hasil perhitungan umur simpan saus buah merah pedas pada suhu yang berbeda.

Suhu		Nilai k	Umur simpan	
°C	°K		Hari	Bulan
27	300	0.002344	757.08735	25.23624491
37	310	0.004112	435.18171	14.50605694
47	320	0.006981	254.26980	8.475659991

pedas yang dapat dilihat pada Gambar 9 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 41.3493 - 13,961.73x$ dengan nilai $R^2 = 0.9537$. Besarnya energi aktivasi (E_a) pada perubahan konsistensi sebesar 27,727.99 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan konsistensi pada saus buah merah pedas diperlukan energi sebesar 27,727.99 kal/mol.

Perhitungan Rekapitulasi Pendugaan Umur Simpan Saus Buah Merah Pedas

Pendugaan umur simpan saus buah merah pedas dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi linear dari parameter yang memiliki nilai Energi aktivasi terendah. Dari masing-masing persamaan diperoleh nilai k yang dapat digunakan untuk menghitung umur simpan produk. Nilai k tersebut diperoleh dari rumus $\ln k = \ln k_0 - E_a/R(1/T)$, dimana $\ln k_0$ =intersep, E_a/R =slope. Nilai k yang diperoleh kemudian dimasukkan dalam persamaan kinetika reaksi berdasarkan ordo reaksinya. Parameter uji pada pendugaan umur simpan mengikuti kinetika reaksi ordo nol dikarenakan nilai R^2 lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai R^2 ordo satu. Persamaan yang diperoleh untuk menduga umur simpan saus buah merah pedas yaitu $\ln k = -5,237.2(1/T) + 11.4016$ dengan energi aktivasi perubahan kadar air sebesar 10,401.08 kal/mol K (Tabel 1). Parameter kritis penentuan umur simpan produk saus buah merah adalah kadar air yang memiliki energi aktivasi terendah jika dibandingkan dengan parameter lain yang dianalisis. Nilai intersep dari persamaan diatas merupakan nilai $\ln k_0$ didapatkan $\ln k_0 = 11.4016$ jadi $k_0 = 2.4338$, sehingga pada Tabel 2 diperoleh umur simpan saus buah merah pedas perlakuan suhu penyimpanan yang berbeda.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kenaikan suhu dapat menyebabkan terjadinya kecepatan reaksi yang lebih besar dimana hal tersebut ditunjukkan oleh kemiringan garis yang semakin tajam dan harga konstanta penurunan mutu yang semakin besar. Jika kecepatan reaksi besar maka konsentrasi reaktan dan hasil reaksi akan semakin besar pula sehingga produk menjadi semakin cepat rusak. Jika produk cepat rusak, maka semakin pendek umur simpannya (Haryati *et al*, 2015). Semakin tinggi suhu penyimpanan maka produk akan lebih cepat mengalami kerusakan. Seperti yang tertera pada Tabel 12 pada suhu 27°C produk mampu bertahan lebih lama 25 bulan, sedangkan pada suhu 37°C 14 bulan dan suhu 47°C selama 8 bulan.

Simpulan

Berdasarkan hasil uji pendugaan umur simpan diketahui bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan saus buah merah pedas maka umur simpan produk saus buah merah pedas semakin menurun. Dari keenam parameter yang diteliti diketahui bahwa kadar air menghasilkan energi aktivasi terendah (10,401.08 kal/mol). Energi aktivasi terendah digunakan untuk menentukan umur simpan produk saus buah merah pedas. Reaksi penurunan mutu produk saus buah merah pedas mengikuti ordo reaksi 1 dengan persamaan regresi linier $y = -703.663(1/T) + 8.4649$. Pada suhu 27°C produk saus buah merah pedas mampu bertahan lebih lama 25 bulan, sedangkan pada suhu 37°C produk mampu bertahan selama 14 bulan dan pada suhu penyimpanan 47°C selama 8 bulan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh DIPA Pusat Penelitian Biologi LIPI 2017 dalam kerangka program Pengembangan Kebun Raya Wamena. Terima kasih banyak penulis ucapkan kepada ibu Kasirah dan bapak Dr. Iwan Saskiawan serta seluruh staf peneliti dan teknisi laboratorium Mikrobiologi Pangan Pusat Penelitian Biologi LIPI yang telah membantu baik secara teknis maupun non teknis sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Arif, A.B. 2016. Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius Dalam Pendugaan Umur Simpan Sari Buah Nanas, Pepaya Dan Cempedak. Jurnal. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Vol. 25 (2): 189-198.
- Arini, L.D.D. 2015. Faktor-Faktor Penyebab dan Karakteristik Maknaan Kadaluarsa yang Berdampak Buruk pada Kesehatan Masyarakat. APIKES Citra Medika Surakarta. Surakarta.
- Arocas, A., T. Sanz., and S.M. Fiszman. 2008. Influence of corn starch type in the rheological properties of white sauce after heating and freezing. *Food Hydrocolloids Journal*. Vol. 23 (3): 901-907.
- Arpah, M. 2001. Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arpah, M. dan R. Syarif. 2000. Evaluasi Model-Model Pendugaan Umur Simpan Pangan dari Difusi Hukum Fick Unidireksional. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*. XI: 1-11.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. 01-2976 *Saus Cabai*. Jakarta.
- Budi, I.M., dan F.R. Paimin. 2005. Buah Merah. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ephmara, F.G. 2014. Formulasi dan Proses Produksi Produk Sambal Andaliman dalam Kemasan. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian, Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Haryati, E. Teti, H. Feronika, dan Ahmadi. 2015. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Ahelf Life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius pada Produk Tape Ketan Hitam Khas Mojokerto Hasil Sterilisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 1 (3): 156-165.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 27 (4): 25-36.
- Khamidah, A. 2010. Aplikasi Metode ASLT dalam Produk Pangan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. Malang.
- Linatas, B. 2010. Aplikasi Metode Arrhenius dalam Pendugaan Umur Simpan Lada Hijau Kering (*Dehydrated Green Pepper*). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Meikapasa, N.W.P. 2016. Penurunan Mutu dan Pendugaan Umur Simpan Saus Tomat pada Suhu Berbeda. *Media Bina Ilmiah*. Vol. 10 (12): 9-18.
- Murtiningrum dan G.N. Cepeda. 2011. Penggunaan Bahan Pengisi dalam Perbaikan Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Dodol Buah Merah (*Pandanus conoideus L*) sebagai sumber β -Karoten. *Agritech Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 31 (1): 14-20.
- Nursari, L. Karimuna., dan Tamrin. 2016. Pengaruh pH dan Suhu Pasteurisasi terhadap Karakteristik Kimia, Organoleptik dan Daya Simpan Sambal. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. Vol. 1 (2): 151-158.
- Palupi, I. A., dan Martanto. 2009. Buah merah: potensi dan manfaatnya sebagai antioksidan. *Jurnal Tumbuhan obat Indonesia*. Vol. 1(1): 18-27.
- Palupi, N.S., F. Kusnandar, D.R. Adawiyah, dan Dahruhsyah. 2014. Penentuan Umur Simpan dan Pengembangan Model Diseminasi dalam Rangka Percepatan Adopsi Teknologi Mi Jagung Bagi UKM. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Vol. 2 (1): 30-41.
- Parinussa, T.M.S dan F.S. Rondonuwu. 2009. Analisis Kandungan Karotenoid Buah Merah (*Pandanus conoideus Lamk*) pada Suhu Pemanasan yang Berbeda. *Jurnal Magister Biologi Universitas Kristen Satya Wamena Salatiga*: 473-486.
- Purnawijayanti, H.A. 2001. Sanitasi, Higienie dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan. Kanisius. Yogyakarta.
- Putra, M.M., I.G.N.A. Dewantara, dan D.A. Swastini. 2010. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Nilai pH Sediaan Cold Cream Kombinasi Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*), Herba Pegagan (*Centella asiatica*) dan Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii (gilg) Domke*). Universitas Udayana: 18-21.
- Sari, S.N., I. Suhaidi dan R.J. Nainggolan. 2015. Pengaruh Perbandingan Bubur Buah Tomat dengan Sari Ubi Jlaar Oranye dan Konsentrat Kalium Sorbat terhadap Mutu Saus Pepaya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol. 3 (3): 323-329.
- Sarungallo, Z.L., Murtiningrum dan B. Santoso. 2010. Utilization of Waste Red Fruit (*Pandanus conoideus L.*) Oil as Functional Food. *Proceeding International Conference, Exhibition and Short Course On "Nutraceuticals and Functional Foods"* Bali. October 11-15, 2010.
- Winarno, F.G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.