

Pendugaan Umur Simpan Ikan dalam Kaleng Metode Arrhenius

(Estimation of Shelf Life of Fish Canning Arrhenius Method)

Budi Hariono¹, Mokhamad Fatoni Kurnianto², Aulia Brilliantina^{2*}

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

^{2,3}Program Studi Teknologi Industri Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: aulia_b@polije.ac.id

Received : 8 November 2023 | Accepted : 23 November 2023 | Published : 12 Februari 2024

Kata Kunci	ABSTRAK
Arrhenius, ikan dalam kaleng, umur simpan	Tujuan penelitian ini adalah mengetahui umur simpan produk ikan lemuru dalam kaleng dengan bumbu saos tomat. Metode penentuan umur simpan dilakukan dengan metode akselerasi (<i>Accelerated Shelf-life Testing</i> atau <i>AST</i>) dengan model Arrhenius. Pemilihan model didasarkan pada pertimbangan bahwa kerusakan ikan lemuru diduga disebabkan oleh adanya perubahan kimia dari komponen pangan selama penyimpanan yang dapat dipicu oleh suhu penyimpanan. Paramater yang digunakan dalam penelitian ini adalah warna, aroma, tekstur dan rasa. Persamaan parameter warna $y = 3084,61x + 4,08047$; persamaan parameter aroma $y = 1,462 - 2239,33x$; persamaan paramater tekstur $y = 4,43397 - 3151,13x$; rasa mengikuti persamaan $y = 0,75279 - 1967,1x$. Hasil pendugaan umur simpan ikan lemuru berkisar 13,85 bulan pada suhu 27°C.
Keywords	ABSTRACT
Arrhenius, canned fish, shelf life	The aim of this research is to determine the shelf life of lemuru fish products in cans with tomato sauce. The method for determining shelf life is carried out using the accelerated method (<i>Accelerated Shelf-life Testing</i> or <i>AST</i>) with the Arrhenius model. The model selection was based on the consideration that damage to lemuru fish is thought to be caused by chemical changes in food components during storage which can be triggered by storage temperature. The parameters used in this research are color, aroma, texture and taste. Color parameter equation $y = 3084.61x + 4.08047$; aroma parameter equation $y = 1.462 - 2239.33x$; texture parameter equation $y = 4.43397 - 3151.13x$; taste follows the equation $y = 0.75279 - 1967.1x$. The estimated shelf life of lemuru fish is around 13.85 months at a temperature of 27°C.

1. PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang paling utama dan pemenuhannya juga merupakan bagian dari hak asasi manusia. Perlindungan masyarakat dari peredaran

pangan yang tidak aman merupakan jaminan yang harus didapat masyarakat sebagai konsumen. Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (UU Perlindungan Konsumen) Pasal 4. Kondisi ini mengisyaratkan betapa pentingnya penanganan terkait masalah pangan agar pangan yang dikonsumsi masyarakat aman. Keamanan pangan merupakan persyaratan mutlak untuk suatu produk pangan (Lukman & Kusnandar, 2015).

Politeknik Negeri Jember memiliki beberapa *Teaching Factory* (TEFA) sebagai tempat pembelajaran mahasiswa. Salah satu TEFA menjadi unggulan yaitu TEFA *Fish Canning* yang memproduksi ikan lele dalam kemasan kaleng. Selama ini produk yang dihasilkan TEFA *Fish Canning* belum memiliki tanggal kadaluarsa yang pasti (hanya bersifat perkiraan). Umur simpan atau *shelf life* sangat penting untuk makanan dalam kaleng (Herawati, 2008). Hal ini dikarenakan umur simpan menjadi informasi bagi konsumen (Harris & Fadli, 2014). Umur simpan berkaitan dengan keamanan produk serta jaminan mutu produk agar tidak membahayakan kesehatan konsumen. Penentuan umur simpan produk sudah ditetapkan oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC) tahun 1985 tentang *Food Labelling Regulation*. Di Indonesia penentuan umur simpan telah diatur dalam UU Pangan No.7 Tahun 1996 dan PP No.69 Tahun 1999.

Umur simpan dapat ditentukan dengan 2 cara yaitu secara empiris dan permodelan matematika. Permodelan matematika dapat menggunakan metode Arrhenius. Metode Arrhenius merupakan permodelan matematika dilakukan dengan melakukan penyimpanan kondisi dipercepat dan diperhatikan titik kritis produk (Brilliantina, 2007). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui umur simpan produk dari TEFA *Fish Canning* dengan metode Arrhenius. Tujuan Penelitian ini adalah menentukan umur simpan produk ikan dalam kaleng rasa tomat. Manfaat penelitian ini adalah memberikan kepastian konsumen terkait informasi umur simpan produk, sehingga kepercayaan konsumen menjadi lebih baik.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan dan TEFA *Fish Canning*, Politeknik Negeri Jember selama 6 bulan, yaitu sejak Oktober 2022-Maret 2023. Proses produksi ikan lele dalam kaleng dimulai dengan proses sortasi ikan, dilanjutkan dengan proses exhausting. Kemudian dilakukan proses pengisian saus tomat ke dalam ikan lele yang akan dikalengkan. Setelah kaleng ditutup selanjutnya dilakukan proses sterilisasi. Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap, yaitu (1) uji coba proses produksi; (2) identifikasi parameter mutu kritis dan (3) penentuan umur simpan.

Penentuan umur simpan ikan lele dalam kaleng dilakukan dengan metode akselerasi (*Accelerated Shelf-life Testing* atau AST) dengan model Arrhenius. Pemilihan model didasarkan pada pertimbangan bahwa kerusakan ikan lele diduga disebabkan oleh adanya perubahan kimia dari komponen pangan selama penyimpanan yang dapat dipicu oleh suhu penyimpanan.

Ikan lele dalam kaleng diproduksi sebanyak 30 kaleng, dimana setiap kaleng berisi 115gr ikan lele. Penyimpanan dilakukan pada tiga suhu, yakni 30, 40, dan 50°C. Terdapat 10 kaleng untuk masing-masing suhu penyimpanan. Pengamatan selama penyimpanan dilakukan pada awal penyimpanan atau hari ke-0 dan kemudian dengan selang waktu 1 minggu berturut-turut selama 1 bulan. Setiap pengamatan dilakukan pada dua kaleng (2 ulangan) per masing-masing kaleng dan suhu penyimpanan. Pengamatan dilakukan terhadap parameter kritis berupa uji organoleptik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji organoleptik atau disebut dengan penilaian indera atau penilaian sensorik merupakan suatu cara penilaian dengan memanfaatkan panca indera manusia untuk mengamati tekstur, warna, bentuk, aroma, rasa suatu produk pangan. Evaluasi sensorik dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan yang dikehendaki atau tidak dalam produk atau bahan-bahan formulasi, mengidentifikasi area untuk pengembangan, mengevaluasi produk pesaing, mengamati perubahan yang terjadi selama proses atau penyimpanan, dan memberikan data yang diperlukan untuk promosi produk (Ayustaningwarno, 2014); (Vanmathi et al., 2019).

3.1 Warna

Pada dasarnya, ikan lemuru dalam kaleng berwarna kemerahan karena saos yang berasal dari tomat dan cabai. Warna produk ikan lemuru dalam kaleng bersaos tomat mengalami perubahan setelah 14 hari penyimpanan pada suhu ruang (Putri, 2007). Perubahan warna yang terjadi yaitu warna saos yang memudar. Pudar tersebut dikarenakan degradasi jaringan dari bahan baku saos yaitu tomat dan cabai yang disertai dengan kerusakan pigmen. Adanya kadar air, produk akan tampak lebih terang karena air memiliki sifat memantulkan cahaya (Cahyawati, 2011).

Tabel 1. Hasil uji parameter warna

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		Suhu T (°C)	1/T (K)	K (slope)	ln k	Slope *	Intercept	r
Warna	0	30	0,0033	0,0141	-4,2629	2456,42	3,84939	-0,9972
		40	0,0032	0,0186	-3,9821			
		45	0,0031	0,0205	-3,8864			
	1	30	0,0033	0,0022	-6,0996	3083,61	4,08047	-1
		40	0,0032	0,0031	-5,7749			
		45	0,0031	0,0036	-5,6193			

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		1/T (K)	ln k	K (Exp ln k)	Qo (Mutu awal)	Qt (Mutu akhir)	Ts (hari)	Ts (Bulan)
Warna	0	0,0033	-4,3387	0,0131	7,0	2,00	383,0	12,77
	1	0,0033	-6,2016	0,0020	1,95	0,69	618,3	20,61

Keterangan:

Suhu : K untuk Kelvin dan °C untuk Celcius

K (slope) : Slope hubungan antara waktu uji dengan rata-rata hasil uji organoleptik

Slope* : Slope hubungan antara ln k dengan 1/T masing-masing suhu pengujian

Kinetika perubahan warna saos pada ikan lemuru dalam kaleng pada penyimpanan mengikuti reaksi orde satu. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi perubahan warna secara penurunan eksponensial. Perubahan warna yang terjadi pada saos pada ikan lemuru dalam kaleng ini dari merah cerah menjadi merah pudar kecoklatan. Perubahan akibat reaksi pencoklatan nonenzimatis akibat terjadi interaksi antara bumbu saos.

Plot nilai ln k dan 1/T pada reaksi perubahan warna saos pada ikan lemuru dalam kaleng dapat dilihat pada Tabel 1. Persamaan regresi linear dari plot ln k dan 1/T pada perubahan warna saos pada ikan lemuru dalam kaleng yaitu $y=3084,61x+4,08047$. Energi

aktivasi (E_a) perubahan warna sebesar 4878,45012 kJ/mol yang artinya untuk memulai terjadinya perubahan warna diperlukan energi sebesar tersebut.

Energi aktivasi yang mengakibatkan kerusakan pigmen-pigmen yang larut air antara 15-30 kkal/mol (Arpah, 2001). Karotenoid yang merupakan pigmen warna dalam tomat mengalami kerusakan selama penyimpanan sehingga mempengaruhi perubahan warna dalam pada produk. Suhu pemanasan dan lama waktu pemanasan menyebabkan penurunan kadar karotenoid akibat kerusakan. Penyebab kerusakan pigmen karotenoid adalah perlakuan selama proses komersial mulai dari pemanasan suhu 60°C selama 30-60 menit dimana perlakuan ini menyebabkan kehilangan warna sampai 50% (Suda et al, 2003).

3.2 Aroma

Aroma dihasilkan dari senyawa volatil yang dikandung dari bahan yang menyusun suatu produk pangan. Parameter aroma menentukan penerimaan konsumen karena aroma atau rangsangan bau menjadi impuls yang akan menuju ke syaraf penciuman dan menggambarkan tentang karakteristik suatu produk (Ramadhan, 2011).

Tingkat penerimaan produk pangan dari aroma dihasilkan dari senyawa-senyawa volatil yang terkandung dari bahan yang menyusun ikan lemuru saos tomat dalam kaleng. Semakin lama dan semakin tinggi suhu sampel disimpan, maka skor hedonik secara rata-rata akan semakin menurun. Penurunan penilaian panelis terhadap aroma ikan lemuru saos tomat dalam kaleng ini dapat terjadi akibat menguapnya kandungan senyawa-senyawa volatil pada ikan lemuru saos tomat dalam kaleng. Semakin lama waktu dan suhu penyimpanan, maka akan semakin memperbesar tingkat penguapan senyawa volatil pada produk (Wijaya, 2007).

Tabel 2. Hasil uji parameter aroma

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		Suhu T (°C)	1/T (K)	K (slope)	ln k	Slope *	Intercept	r
Aroma	0	30	0,0033	0,0170	-4,0748	1752,2	1,67551	-0,8422
		40	0,0032	0,0179	-4,0234			
		45	0,0031	0,0231	-3,7763			
	1	30	0,0033	0,0028	-5,8904	2239,33	1,462	-0,8624
		40	0,0032	0,0030	-5,8105			
		45	0,0031	0,0041	-5,4999			

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		1/T (K)	ln k	K (Exp ln k)	Qo (Mutu awal)	Qt (Mutu akhir)	Ts (hari)	Ts (Bulan)
Aroma	0	0,0033	-4,3387	0,0155	7,0	2,00	322,0	10,73
	1	0,0033	-6,2016	0,0025	1,95	0,69	506,60	16,89

Keterangan :

Suhu : K untuk Kelvin dan °C untuk Celcius

K (slope) : Slope hubungan antara waktu uji dengan rata-rata hasil uji organoleptik

Slope* : Slope hubungan antara ln k dengan 1/T masing-masing suhu pengujian

Nilai R² ketiga suhu orde 1 lebih besar dari orde 0 pada grafik hubungan penurunan skor aroma, sehingga dipilih orde 1 untuk ditentukan persamaan Arrhenius. Penurunan uji parameter aroma terjadi karena terjadinya penguraian asam amino pada ikan yang

menghasilkan aroma belerang. Risti dan Rahayani (2013) menyatakan bahwa bau amis pada ikan berasal dari penguraian (dekomposisi), terutama amonia, berbagai senyawa belerang dan amina yang berasal dari penguraian asam amino. Ikatan peptida yang pendek menjadi asam amino yang selanjutnya menjadi senyawa yang sederhana yaitu amina dan amino.

Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan konsistensi ikan lemuru saos tomat dalam kaleng yang dapat dilihat pada tabel 2 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 1,462-2239,33x$. Besarnya energi aktivasi (E_a) pada perubahan konsistensi sebesar 4447,3 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan konsistensi tekstur pada saus tomat ikan lemuru kaleng diperlukan energi sebesar 4447,3 kal/mol.

3.3 Tekstur

Gaya tarik antar molekul yang besar dalam cairan menghasilkan viskositas yang tinggi. Kekentalan (viskositas) merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Beberapa cairan ada yang dapat mengalir cepat, sedangkan lainnya mengalir secara lambat (Apriliyan dkk., 2015).

Pengamatan tekstur ikan lemuru saos tomat dalam kaleng dilakukan dengan cara melihat kekentalan pada saus tomat ikan lemuru yang telah mengalami penyimpanan. Tingkat penerimaan tekstur saus 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.

Tabel 3. Hasil uji parameter tekstur

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		Suhu T (°C)	1/T (K)	K (slope)	$\ln k$	Slope *	Intercept	r
Tekstur	0	30	0,0033	0,0159	-4,1398	2496,57	4,10213	-0,9994
		40	0,0032	0,0209	-3,8664			
		45	0,0031	0,0234	-3,7539			
	1	30	0,0033	0,0026	-5,9630	3151,13	4,43397	-0,9995
		40	0,0032	0,0035	-5,6422			
		45	0,0031	0,0042	-5,4694			

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		1/T (K)	$\ln k$	K (Exp $\ln k$)	Qo (Mutu awal)	Qt (Mutu akhir)	Ts (hari)	Ts (Bulan)
Tekstur	0	0,0033	-4,3387	0,0147	7,0	2,00	340,1	11,34
	1	0,0033	-6,2016	0,0023	1,95	0,69	541,9	18,06

Keterangan :

Suhu : K untuk Kelvin dan °C untuk Celcius

K (slope) : Slope hubungan antara waktu uji dengan rata-rata hasil uji organoleptik

Slope* : Slope hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$ masing-masing suhu pengujian

Persamaan regresi linear dari plot $\ln k$ dan $1/T$ pada perubahan konsistensi saus tomat iakn lemuru dalam kaleng yang dapat dilihat pada tabel 3 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 4,43397-3151,13x$. Besarnya energi aktivasi (E_a) pada perubahan konsistensi sebesar 6258,144 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan konsistensi tekstur pada saus tomat ikan lemuru kaleng diperlukan energi sebesar 6258,144 kal/mol.

3.4 Rasa

Penurunan tingkat kesukaan oleh panelis terhadap parameter rasa dari ikan lemuru saos tomat dalam kaleng terjadi karena penyimpanan pada suhu yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan lemuru saos tomat dalam kaleng yang telah mengalami perlakuan penyimpanan mengalami penurunan mutu. Penurunan rasa pada produk ikan lemuru saos tomat dalam kaleng pada penelitian ini berkisar antara 4,50 – 7,00.

Kriteria penolakan parameter rasa produk ikan lemuru saos tomat dalam kaleng melalui uji mutu hedonik berada pada kisaran skor 6 (cukup suka). Hal tersebut disebabkan setelah mengalami penyimpanan rasa dari ikan lemuru saos tomat dalam kaleng 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 ikan lemuru saos tomat dalam kaleng yang telah mengalami perlakuan penyimpanan relatif menurun karena ikan lemuru saos tomat dalam kaleng telah mengalami perubahan rasa.

Tabel 4. Hasil uji parameter rasa

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		Suhu T (°C)	1/T (K)	K (slope)	ln k	Slope *	Intercept	r
Rasa	0	30	0,0033	0,0191	-3,9583	1676,46	1,24084	-0,9968
		40	0,0032	0,0222	-3,8072			
		45	0,0031	0,0245	-3,7088			
	1	30	0,0033	0,0032	-5,7323	1967,1	0,75279	-0,9926
		40	0,0032	0,0039	-5,5535			
		45	0,0031	0,0044	-5,4184			

Atribut mutu	Orde	Perhitungan pada Suhu (T) Pengujian						
		1/T (K)	ln k	K (Exp ln k)	Qo (Mutu awal)	Qt (Mutu akhir)	Ts (hari)	Ts (Bulan)
Rasa	0	0,0033	-4,3387	0,0181	7,0	2,00	276,8	9,23
	1	0,0033	-6,2016	0,0030	1,95	0,69	415,5	13,85

Keterangan :

Suhu : K untuk Kelvin dan °C untuk Celcius

K (slope) : Slope hubungan antara waktu uji dengan rata-rata hasil uji organoleptik

Slope* : Slope hubungan antara ln k dengan 1/T masing-masing suhu pengujian

Persamaan regresi linear dari plot ln k dan 1/T pada perubahan rasa ikan lemuru saos tomat dalam kaleng yang dapat dilihat pada Tabel 4 didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 0,75279 - 1967,1x$ dengan nilai. Energi aktivasi (Ea) pada perubahan rasa sebesar 3869,4824 kal/mol yang memiliki arti untuk memulai terjadinya perubahan rasa ikan lemuru saos tomat dalam kaleng diperlukan energi sebesar tersebut.

3.5 Perhitungan Rekapitulasi Pendugaan Umur Simpan Ikan Lemuru Saos Tomat Dalam Kaleng

Pendugaan umur simpan ikan lemuru saos tomat dalam kaleng 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 satu dikarenakan nilai R^2 lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai R^2 ordo nol.

Tabel 5. Persamaan Arrhenius dan Energi Aktivasi Setiap Parameter Uji

Parameter	Persamaan Arrhenius	Energi Aktivasi
Warna	$y = 3084,61x + 4,08047$	4878,45012
Aroma	$y = 1,462 - 2239,33x$	4447,3
Tekstur	$y = 4,43397 - 3151,13x$	6258,144
Rasa	$y = 0,75279 - 1967,1x$	3869,4824

Persamaan yang diperoleh untuk menduga umur simpan ikan lemuru saos tomat dalam kaleng yaitu $\ln k = 1967,1(1/T) + 0,75279$ dengan energi aktivasi perubahan rasa sebesar 3869,4824 kal/mol K (Tabel 5). Parameter kritis penentuan umur simpan produk ikan lemuru saos tomat dalam kaleng adalah rasa yang memiliki energi aktivasi terendah jika dibandingkan dengan parameter lain yang dianalisis. Nilai intersep dari persamaan diatas merupakan nilai $\ln k_0$ didapatkan $\ln k_0 = 0,75279$ jadi $k_0 = -0,283968$. 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 (Brilliantina et al., 2021). 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 1 sampai dengan 4 pada suhu 27°C produk mampu bertahan lebih lama 13 bulan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data pendugaan umur simpan berdasarkan atribut mutu aroma, warna, tekstur, dan rasa, maka dipilih hasil perkiraan umur simpan berdasarkan mutu rasa. Mutu rasa masuk dalam ordo 1, maka diperoleh umur simpan untuk produk ikan lemuru saos tomat dalam kaleng milik Teaching Factory Politeknik Negeri Jember berkisar 13,85 bulan pada suhu 27°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Program Matching Fund Penugasan Tahun 2022 PTV Kemdikbudristek dengan No PKS 16947/PL17/PR/2022 tanggal 01 November 2022 yang telah memberikan dukungan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilyan, D.B., Musthofa L. dan Rini Y. 2015. Analisa Pengaruh Massa dan Air terhadap Proses Pemplenderan pada Uji Kelayakan Pembuatan Saus Buah Paprika (*Capsicum annum*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, Vol.3 No.2
- Arpah. 2001. *Penentuan Kedaluwarsa Produk Pangan*. Program Studi Ilmu Pangan IPB. Bogor
- Ayustaningwarno, F. (2014). *Teknologi Pangan Teori Praktis dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Brilliantina, Aulia. 2007. Pendugaan Umur Simpan Minuman Kesehatan Berbasis Rerempahan Berdasarkan Model Arrhenius. *Skripsi*. Repository Unej
- Brilliantina, A., Wardani, D.K., Fadhila, P.T., Hariono, B. and Wijaya, R., 2022. Accelerated shelf life test method with arrhenius approach for shelf life estimation of tongkol 'euthynnus affinis' balado in cans. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 980, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
- Cahyawati, A. 2011. Pendugaan Umur Simpan Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*) Beku Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Dengan Pendekatan Arrhenius. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Harris, H., & Fadli, D. M. 2014. Penentuan Umur Simpan (Shelf Life) Pundang Seluang (*Rasbora* sp) Yang Dikemas Menggunakan Kemasan Vakum Dan Tanpa Vakum Determination of Pundang Seluang (*Rasbora* sp) Shelf Life which Packed using Vacuum and Non Vacuum Packaging. *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(2), 53–62.
- Herawati, H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(4), 124–130.
- Lukman, A., & Kusnandar, F. 2015. Keamanan Pangan untuk Semua Food Safety for All. *Jurnal Mutu Pangan*, 2(2), 159–164.
- Putri, Y.N. 2007. Mempelajari Pengaruh Penyimpanan Tape Ketan (*Oryza sativa glutinosa*) Terhadap Daya Terima Konsumen. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Ramadhan, W. 2011. Pemanfaatan Agar-Agar Tepung sebagai Texturizer pada Formulasi Selai Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava* L.) Lembaran dan Pendugaan Umur Simpannya. *Skripsi*. Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Risti, Y dan Rahayani, A. 2013. Pengaruh penambahan telur terhadap kadar protein, serat, tingkat kekenyalan dan penerimaan mi basah bebas gluten berbahan baku tepung komposit. (tepung komposit: tepung mocaf, tapioka dan maizena). *Jurnal of Nutrition College*. 2 (4) : 696-703
- Suda, I., Oki, T., Masuda, M., Kobayashi, M., Nishiba, Y., and Furuta, S. 2003. Physiological Functionality of Purple-Fleshed Sweet Potatoes Containing Anthocyanin and Their Utilization in Foods. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 37:3
- Wijaya, C. H. 2007. Pendugaan Umur Simpan Produk Kopi Instan Formula Merk-Z dengan Metode Arrhenius. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Vanmathi, S. M., Monitha Star, M., Venkateswaramurthy, N., & Sambath Kumar, R. (2019). Preterm birth facts: A review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12(3), 1383–1390. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2019.00231.2>