

Studi Kasus : Analisis Praduga *Frozen food* Rabokki Terhadap Umur Simpan dan Penurunan Nilai Mutu produk Menggunakan Metode Arrhenius

Muhammad Agung Aprialdi¹, Tsaniyah Raihani Kartikaratri², Indra Hariyanto³, Refly Nazar Ibrahim⁴, Sevtian Akmalul Khoer⁵, Erlin Julia Syafir⁶, Hafidz Faturrachman Zein⁷, Muhammad Fakhri Kurniawan⁸

¹Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2210186@unida.ac.id

²Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2310556@unida.ac.id

³Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2210440@unida.ac.id

⁴Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2211272@unida.ac.id

⁵Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2210914@unida.ac.id

⁶Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2211142@unida.ac.id

⁷Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2210158@unida.ac.id

⁸Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, fakhri.kurniawan@unida.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan produk pangan terutama jenis *frozen food* terus mengalami peningkatan dalam hal inovasi, hal ini sesuai dengan banyaknya produk pangan beku yang cukup diminati oleh semua kalangan terutama oleh anak muda. Tingginya minat masyarakat dalam mengkonsumsi produk *frozen food* dapat dipengaruhi oleh tingkat kecepatan dan praktis dalam pengolahannya. Olahan jenis ini biasanya dimasak dengan berbagai metode seperti goreng, kukus, dan rebus. *Frozen food* yang ditemukan di lapangan umumnya dikemas dengan packaging yang kedap udara tetapi beberapa produk tidak menggunakan acuan terkait Standar Nasional Indonesia (SNI) pada produk yang dibuatnya. Hal ini tentunya dapat berpengaruh terhadap kualitas umur simpan produ. Metode penelitian dilakukan secara studi kasus dengan pendekatan observasi lapangan, sedangkan metode pengumpulan dan analisis data menggunakan metode Arrhenius. Hasil penelitian diketahui bahwa pendugaan umur simpan produk *Korean frozen food* menggunakan pendekatan model Arrhenius (ASLT), diperoleh umur simpan pada suhu 25°C, 4°C, dan -18°C berturut-turut adalah 3,53 hari, 8,82

hari, dan 27,09 hari. Nilai umur simpan berdasarkan perhitungan tidak berbeda signifikan dengan umur simpan yang tertera pada label klaim kemasan produk. Informasi mengenai suhu penyimpanan dan umur simpan penting terutama untuk produk *frozen food* karena rentan mengalami penurunan mutu yang disebabkan oleh aktivitas air bahan dan pertumbuhan mikroba.

Kata Kunci: *aarhenius, frozen food, dan robokki,*

PENDAHULUAN

Perkembangan pangan saat ini mengalami peningkatan, terlebih dengan munculnya berbagai produk kekinian yang digemari khususnya oleh anak muda. Hal ini juga dipengaruhi dengan mudahnya akses informasi yang didapat serta proses pengantaran makanan melalui berbagai aplikasi online. Mengacu pada sebuah survey yang dilakukan oleh populix menyatakan bahwa Gen Z (anak muda) lebih suka mengonsumsi olahan pangan instan (membelinya) dibandingkan memasak sendiri dirumah (Farida, 2024).

Adanya perubahan pola konsumsi masyarakat khususnya anak muda dengan membeli makanan dibandingkan membuat dirumah telah berpengaruh terhadap perkembangan dunia pangan dan inovasi produknya, salah satu produk pangan yang cukup digemari dan mudah untuk dikonsumsi yaitu *frozen food*. Jenis olahan ini dikenal sebagai makanan setengah matang yang dibekukan dalam lemari pendingin dan dimasak atau dipanaskan dengan menggunakan metode goreng, kukus, atau rebus. Menurut Yovita (2022) dinilai lebih praktis dan cepat terutama bagi seseorang yang memiliki waktu padat dan tidak sempat memasak. Salah satu contoh produk *frozen food* mulai digemari oleh anak muda yaitu Rabokki.

Rabboki merupakan hidangan khas Korea yang terdiri dari *dukboki (tteokbokki)* dan mie ramen serta dikenal juga dengan istilah *rice cake* atau kue beras (Amaliyah, 2021). Di Indonesia sendiri kombinasi robokki ini masuk kedalam jenis otak-otak ikan dan mie instan yang dikemas secara instan. Rabokki yang dijual dipasaran tentunya harus mengacu pada kriteria layak konsumsi serta mengacu pada Standar Nasional

Indonesia (SNI) yaitu pada SNI 757:2022 yaitu standar otak-otak ikan dan SNI 3551-2012 : Mie instan. Mengacu pada kedua SNI tersebut dijelaskan bahwa kombinasi dari beberapa bahan harus mengandung nilai gizi yang sesuai, jika terdapat kelebihan dan tidak sesuai dengan standar makan akan berdampak pada produk yang dihasilkan. Contohnya adalah pada kadar air, tingginya kadar air pada bahan pangan dapat berdampak terhadap kualitas, cemaran mikroba dan pengaruh daya simpan dari pangan tersebut. Semakin tinggi kadar air maka semakin cepat pertumbuhan mikroba pada bahan pangan tersebut dan berdampak pada umur simpannya.

Indikator umur simpan atau kadaluarsa pangan merupakan salah satu informasi yang penting terhadap penilaian sebuah pangan, karena berkaitan dengan keamanan sebuah pangan dan indikator terjaminnya produk yang sampai kepada konsumen. Titik nilai kritis kadaluarsa yang mengubah kualitas sebuah produk ketika melewati proses distribusi, penyimpanan, dan dikonsumsi produk ditentukan berdasarkan adanya faktor utama yang sangat sensitif. Faktor-faktor yang menyebabkan penurunan mutu seperti penyok, uap air, cahaya, bau tidak sedap, bahan kimia yang beracun, pemadatan, dan massa oksigen. Penurunan mutu tersebut terjadi dengan ditandai adanya oksidasi lipid, kerusakan vitamin, kerusakan pada protein, perubahan aroma(bau), reaksi menjadi kecoklatan, ditemukan adanya alih betuh sebuah unsur pangan, stimulan sensorik dan potensi produksi racun (Harid & Fadli, 2014). Produk olahan ikan umumnya mudah rusak sehingga terkadang diberi bahan tambahan yang dilarang seperti formalin. Penelitian Hasanah *et al.*, (2021) mendapatkan ikan asin di beberapa pasar di Sukabumi mengandung formalin. Fitri *et al.* (2021) juga menemukan olahan bakso ikan di Tanjungpinang didapatkan mengandung formalin dengan jumlah yang positif ada 24%. Selain produk hewani beberapa produk juga ditemukan formalin seperti tahu kuning (Robbani et al., 2023). Oleh karena itu perlu adanya cara agar produk tidak mudah rusak dan juga perlu adanya pengukuran laju reaksi kerusakan.

Guna mengukur laju reaksi pada proses penyimpanan produk pangan khususnya *frozen food* diperlukan perhitungan menggunakan metode Arrhenius, metode ini memiliki tujuan dalam penentuan konstanta laju reaksi (k) terhadap suhu penyimpanan ekstrim pada suatu bahan, dalam penghitungan konstanta laju reaksi (k) dilakukan adanya ekstrapolasi menggunakan persamaan Arrhenius pada suhu penyimpanan tertentu. penggunaan metode Arrhenius secara metode ASLT sering digunakan pada perhitungan pendugaan umur simpan suatu produk pangan yang mudah rusak karena pengaruh oksidasi lemak, reaksi maillard, denaturasi, dan lainnya.

METODE PENELITIAN

Metode studi kasus dengan dalam penelitian ini terfokus pada pendekatan secara observasi lapangan. Mengacu pada Yin (2018) metode studi kasus fokus pada penyelidikan suatu kasus secara mendalam dalam konteks dunia nyata terutama jika fenomena dan konteks tidak terlihat secara jelas. Selanjutnya penentuan mengenai praduga umur pada penelitian ini menggunakan metode Arrhenius. Metode Arrhenius merupakan pendekatan umur simpan melalui simulasi yang mengkuantifikasi akibat suhu terhadap nilai penurunan mutu dan penentuan umur simpan (Surahman, 2020). Metode Arrhenius secara metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) pada penyimpanan suhu ekstrim. Metode ASLT digunakan untuk pengujian umur simpan pada produk pangan yang mudah rusak oleh reaksi kimia seperti reaksi Maillard, denaturasi terhadap protein, dan oksidasi lemak (Alifah, 2017). Penyimpanan dengan metode ASLT ini bertujuan agar waktu pengujian umur simpan efektif dan efisien.

Alur penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan pencarian informasi dari label kemasan *frozen food Raebokki* terutama umur simpan dan suhu penyimpanan. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menentukan konstanta laju reaksi (k) dan dibuat kurva regresi linier Arrhenius dengan menggunakan data suhu ($1/T$) sebagai sumbu x dan

In k sebagai sumbu y. Persamaan Arrhenius yang didapatkan kemudian digunakan untuk mencari umur simpan dengan memasukkan tiga suhu penyimpanan yang tertera pada label kemasan yaitu 25°C, 4°C, dan -18°C. Data umur simpan perhitungan kemudian dibandingkan dengan umur simpan pada label.

Rumus Arrhenius

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

Rumus berikut menjelaskan bahwa T = Suhu (K), R = Konstanta gas, E_a = Energi aktivasi (J/mol), A = Faktor frekuensi atau pra - eksponensial (L/mol s), dan k = Konstanta laju reaksi, A (Hustiany (2016) dalam Villota dan Hawkes (1992)).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan titik kritis produk *Frozen food* (Raebokki) menggunakan beberapa parameter. Tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan adanya analisis langsung sehingga penggunaan penentuan jenis yang parameter mengacu pada SNI 757:20 (Aini N, 2021)²² (Otak-otak Ikan) dan SNI 3551-2012 (Mie Instan), sehingga dapat diasumsikan bahwa parameter analisis dan angka titik kritisnya mirip dengan produk otak-otak ikan dan mie instan. Raebokki kemasan terdiri dari *odeng* (*fish cake*), bumbu, *toppoki* (*Rice cake*) dan mie. *Odeng* sendiri termasuk dalam kategori otak-otak ikan yang memiliki kadar air yang cukup tinggi yaitu 60%. Tingginya kadar air pada *odeng* ini sangat memungkinkan terdapatnya nutrient untuk mikroba bertumbuh. Guna menangani masalah ini maka perlu adanya perlakuan yang dapat dilakukan seperti penyimpanan produk pada suhu rendah guna menekan laju kerusakan akibat pertumbuhan mikroba. Selain itu, komponen pada produk seperti *odeng*, mie, bumbu, dan *toppoki* tidak melewati proses sterilisasi komersial sehingga masih memiliki angka ALT yang cukup tinggi.

Standar Nasional Indonesia (SNI)

Informasi mengenai pendugaan umur simpan pada suatu produk sangat diperlukan salah satunya dalam keamanan pangan. Suatu produk pangan akan mengalami penurunan mutu selama proses waktu penyimpanan. Penurunan mutu yang pada umumnya tidak layak untuk dikonsumsi karena adanya perubahan bau berupa ketengikan salah satunya terhadap

produk berupa olahan otak-otak dan mie instan. Persyaratan keamanan mutu pada otak-otak ini dapat mengacu pada SNI 757:2022 yaitu standar otak-otak ikan. Sedangkan pada persyaratan mutu mie instan terdapat pada SNI 3551-2012. Umumnya kategori otak-otak dengan kandungan air tinggi yaitu maksimum 60%, sedangkan pada mie instan memiliki syarat mutu yaitu kadar air dengan proses penggorengan maksimum 8%, dan untuk kadar air dengan proses pengeringan maksimum 14,5%. Faktor yang mempengaruhi suatu kualitas daya simpan pada pangan adalah dengan adanya kadar air dalam bahan pangan tersebut, dikarenakan kadar air dapat bertumbuhnya cemaran mikroba. Semakin tinggi kadar air maka semakin cepat pertumbuhan mikroba pada bahan pangan tersebut. Kemudian untuk kadar protein pada otak-otak ikan dengan standar mutu yaitu minimum 5%, sedangkan pada mie instan memiliki standar mutu minimum 8%. Pada kadar protein ini melibatkan pemantauan dan penanganan yang tepat terhadap resiko kontaminasi, alergen, dan mikroba patogen dalam produk makanan. Kadar abu pada standar otak-otak ikan yaitu sebesar maksimum 2%, sedangkan untuk kadar abu pada mie dalam SNI 8217-2015 yaitu mie kering sebanyak 3%. Zat kadar abu ini semakin tinggi kandungannya yaitu semakin buruk kualitas bahan pangan tersebut. Pada Standar Nasional Indonesia kadar lemak pada otak-otak ini adalah maksimum 16%, dan dalam mie standarnya adalah 1-2,5%. Salah satu kandungan lemak yang terdapat pada otak-otak adalah lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh tersebut dapat menyebabkan ketengikan dan perubahan warna menjadi kecoklatan yang diakibatkan adanya senyawa yang teroksidasi (Fitria et al., 2021). Penyimpanan akan lebih relatif singkat yaitu selama 2 hari terhadap produk otak-otak jika disimpan dalam suhu ruang (Padli, 2015).

Asumsi Orde Reaksi

Saat menentukan umur simpan, urutan reaksi dapat digunakan untuk memperkirakan penurunan kualitas. Penurunan kualitas pangan terjadi pada reaksi kinetika dalam urutan nol dan urutan satu (Arif, 2016). Berdasarkan asumsi bahwa kerusakan produk selama penyimpanan mengikuti orde reaksi pertama, dapat dianalisis umur simpan produk. Kerusakan ini dihubungkan dengan aktivitas mikroorganisme seperti mikroba dan bakteri. Orde pertama dijadikan acuan dalam memprediksi kerusakan bahan pangan. Nilai konstanta laju reaksi (k).

$$k = -[\ln (Qt/Q0)] / t$$

(Toledo (2007) dalam Hastuti, *et al* (2023))

Rumus diatas menunjukkan hubungan antara sisa produk (Q_t) dengan jumlah produk awal (Q_0) dan waktu penyimpanan (t), dengan mempertimbangkan konstanta laju reaksi (k). Nilai k yang lebih besar menunjukkan laju kerusakan produk yang lebih cepat. Dengan mengetahui nilai k dan menggunakan metode yang tepat, kita dapat memperkirakan berapa lama waktu yang dibutuhkan produk untuk mencapai tingkat kerusakan yang tidak diinginkan.

Penentuan Laju Penurunan Mutu (K) dan Asumsi Indeks Penurunan Mutu

Kisaran indeks kualitas awal produk (Q_0) diasumsikan sama dengan 1, dan organoleptik yang memanfaatkan rentang ini dapat digunakan untuk menghitung nilai k . Namun, tidak ada data tentang kualitas awal dan akhir dari kemasan produk yang akan dipelajari tersedia. Sementara itu, *critical quality index* (Q_t) dapat diasumsikan sebesar 0,4.

Tabel 1. Perhitungan Nilai k *Frozen food* Rabokki

t (Hari)	k
4	0.2291
7	0.1309
30	0.0305

Nilai penurunan yang dikenal sebagai $k = - [\ln (Q_t/Q_0)]/t$ sama dengan $- [\ln (0,4)]/t$ 1) nilai $\ln (0,4) = -0,916290731874$, dan indeks kualitas (Q_t/Q_0) sebesar $0,4/1 = 0,4$. mengacu pada hasil, maka penggunaan rumas tersebut dapat digunakan dalam penentuan nilai k .

Pemodelan Arrhenius

Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) adalah prosedur yang paling sering digunakan untuk menghitung umur simpan. Metode ini berdasarkan prinsip percepatan untuk mempercepat degradasi bahan pangan dalam kondisi tertentu, diikuti dengan perhitungan matematis. Dengan demikian, estimasi umur simpan

dapat diperoleh lebih cepat dan dengan tingkat ketepatan yang tinggi (Nuraini, 2020). Metode ASLT dapat diterapkan dengan menggunakan pendekatan Arrhenius. Pendekatan Arrhenius sering digunakan dalam memperkirakan masa simpan produk makanan yang rentan terhadap kerusakan akibat reaksi kimia, seperti oksidasi lemak, reaksi Maillard, denaturasi protein, dan lainnya (Pitasari, 2016).

Tabel 2. Pemodelan Arrhenius *Frozen food* Rabokki

t (Hari)	k (Hari)	ln K	T (°C)	T (°K)	1/T
4	0.2291	-1.4737	25°C	298	0.0034
7	0.1309	-2.0333	4°C	277	0.0036
30	0.0305	-2.4886	-18°C	255	0.0039

Umumnya pengujian umur simpan pada produk pangan dengan metode Arrhenius dilakukan dengan tiga tingkat suhu yang lebih tinggi daripada suhu normal penyimpanan produk tersebut. Semakin tingginya suhu penyimpanan, semakin cepat laju reaksi pada senyawa kimia, sehingga umur simpan terhadap produk menjadi lebih singkat. Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh (Aini N, 2021), setelah didapatkan data inisial produk, produk kemudian disimpan pada 3 suhu tinggi yaitu 25, 30 dan 35 °C. Kemudian, produk diamati setiap minggu hingga terkumpul setidaknya empat data atau hingga mencapai hari ke-21. Parameter yang diamati mencakup karakteristik fisik-kimia, mikrobiologi, dan sensori produk.

Kurva Hubungan ln k dan 1/T

Kurva hubungan antara suhu penyimpanan (T) dan penurunan nilai kualitas rata-rata / hari (k) dihasilkan setelah pemodelan Arrhenius. Oleh karena model orde reaksi yang dipilih adalah orde satu, maka nilai k diubah ke dalam bentuk ln kemudian diplotkan terhadap nilai kebalikan suhu mutlak (1/T). Berdasarkan hasil regresi linier yang telah dilakukan dan diperoleh nilai pada kurva, dapat dilakukan perhitungan umur simpan produk dengan persamaan Arrhenius.

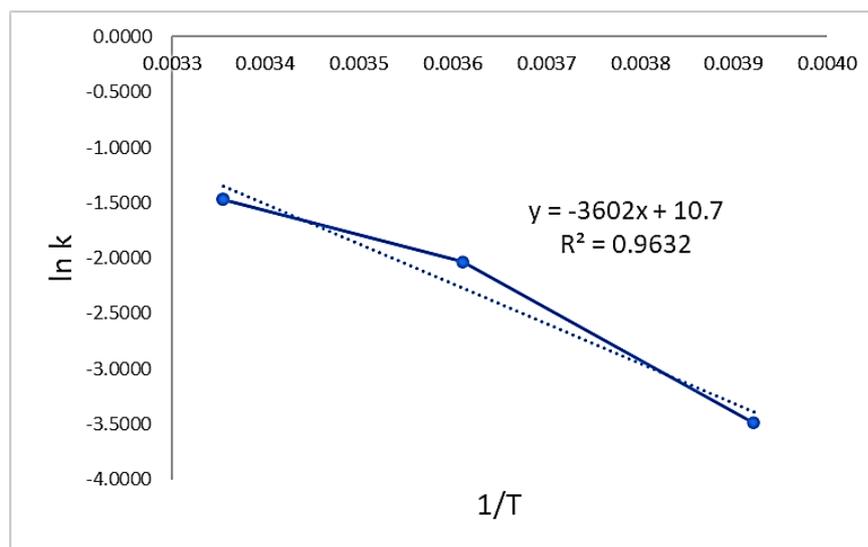
$$\ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T)$$

Rumus di atas menunjukkan bahwa T = Suhu mutlak (K), R = Konstanta gas (1.986 kal/mol K), dan E_a = Energi aktivasi, menurut Faridah (2013). (kal/mol K), K_0 = Konstanta (tidak bergantung pada suhu), dan K = Konstanta laju penurunan suhu.

Tabel 3. Data $\ln k$ dan $1/T$ Produk *Frozen food* Rabokki

$\ln k$	$1/T$
-1.4737	0.0034
-2.0333	0.0036
-3.4886	0.0039

Berdasarkan data $\ln k$ dan $1/T$ produk yang telah dihitung, maka diperoleh kurva hubungan $\ln k$ dan $1/T$ sebagai berikut.



Gambar 1. Kurva Hubungan $\ln k$ dan $1/T$

Dari kurva di atas, diperoleh persamaan regresi linier $y = -3602x + 10.7$. Pada persamaan tersebut, intersep yang diperoleh dari persamaan yaitu 10.7 merupakan nilai $\ln k_0$. k_0 menunjukkan konstanta penurunan mutu yang disimpan pada suhu normal dan gradien yang diperoleh dari persamaan yaitu 3602 merupakan nilai E_a/R . Sehingga persamaan regresi linier pada kurva di atas sama dengan $\ln k = -3602(1/T) + 10.7$. Dari persamaan tersebut, dilakukan pengujian model Arrhenius.

Tabel 4. Pengujian Model Arrhenius Produk *Frozen food* Rabokki.

T (°C)	T (K)	1/T	In K ₀	E _a /R	In k	T (Hari)
25	298	0.0034	10.7	3602	-1.4737	3.67
4	277	0.0036	10.7	3602	-2.0333	9.17
-18	255	0.0039	10.7	3602	-3.4886	28.16

Setelah diperoleh pendugaan umur simpan produk menggunakan persamaan Arrhenius, dilakukan perbandingan antara umur simpan berdasarkan perhitungan terhadap umur simpan yang tertera pada label kemasan produk. Terdapat deviasi antara lama umur simpan produk berdasarkan perhitungan terhadap umur simpan yang tertera pada label kemasan produk.

Tabel 5. Perbandingan Umur Simpan Pada Label dengan Perhitungan

T (°C)	T (K)	Umur Simpan (Hari)	
		Label	Perhitungan
25	298	4	3.67
4	277	7	9.17
-18	255	30	28.16

Adanya deviasi tersebut disebabkan karena adanya asumsi yang digunakan dalam melakukan perhitungan pendugaan umur simpan, yaitu nilai critical quality index (Qt) yang diasumsikan sebesar 0,4. Dalam hal ini, seiring dengan bertambahnya umur simpan produk, kualitas mutu produk berkurang sebesar 60% sehingga indeks kualitas kritis produk adalah 40% atau 0,4.

KESIMPULAN

Berdasarkan pendugaan umur simpan produk Korean *frozen food* menggunakan pendekatan metode ASLT pada model Arrhenius, ditemukan data bahwa terdapat umur simpan pada suhu 25 derajat, 4 derajat, dan -18 derajat berturut-turut adalah 3,53 hari, 8,82 hari, dan 27,09 hari. Nilai umur simpan berdasarkan perhitungan tidak berbeda signifikan dengan umur simpan yang tertera pada label klaim kemasan produk. Informasi mengenai

suhu penyimpanan dan umur simpan penting terutama untuk produk *frozen food* karena rentan mengalami penurunan mutu yang disebabkan oleh kadar air bahan dan pertumbuhan mikroba.

REFERENSI

- Aini N, S. B. (2021). *Estimation of the Shelf Life of Corn Yoghurt Packaged in Polyeth Terephthalate Using the Accelerated Shelf Life Method. Repository Unpas.*
- Alifah FN, I. Y. (2017). Pendugaan Umur Simpan Otak Ikan Tenggiri yang Dikemas *Edible Coating* Antimikroba Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) Model Arrhenius. *Repository Unpas.*
- Amaliyah, N. (den 21 Juli 2021). Rabokki, Street Food Paling Populer di Korea Yang Harus Kamu Coba. Hämtat från Yukmakan: <https://www.yukmakan.com/post/rabokki-street-food-paling-populer-di-korea-yang-harus-kamu-coba>
- Arif, A. B. (2016). Metode *accelarated shelf life test* (aslt) dengan pendekatan arrhenius dalam pendugaan umur simpan sari buah nanas, pepaya dan cempedak. *Informatika Pertanian*, 189-198.
- Farida, F. N. (den 22 Januari 2024). *Gen Z, Generasi Penjelajah Tren Makanan*. Hämtat från Berita Magelang: <https://www.beritamagelang.id/kolom/gen-z-trend-penjelajah-makanan>
- Faridah, D. N. (2013). Pendugaan umur simpan dengan metode *accelerated shelf-life testing* pada produk bandrek instan dan sirup buah pala (*Myristica fragrans*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 144-153.
- Fitria D. W., B. Y. (2021). Pengaruh umur simpan cookies pelangi ikan gaguk (*Arius thalassinus*) terhadap perubahan kadar protein, lemak, kalsium dan air. *Jurnal Ilmu Gizi Indonesia*, 27 - 36.

- Fitri, Z., E., Kurniawan, M., F., & Kusumaningrum, I. (2021). Analisis Keamanan Pangan Melalui Identifikasi Kandungan Boraks, Formalin Escherichia coli Pada Bakso Ikan di Kota Tanjungpinang. *Jurnal Agroindustri Halal*. 7(2): 126 – 133.
- Hasanah, S., U.,F., Kurniawan, M. F., & Aminah, S. (2021). Analisis Kandungan Formalin pada Ikan Asin Pasar Tradisional Sukabumi Serta Hubungannya Dengan Pengetahuan Penjual Tentang Formalin. *J. Gipas*. 5(2): 18-34.
- Hustiany R (2016). Aplikasi persamaan Arrhenius dan Linear untuk Pengujian Stabilitas Retensi Impact Compound Flavor Kweni Terenkapsulasi. *Ziraa'ah* (3) : 393-402
- Nuraini, V. &. (2020). Pendugaan umur simpan makanan tradisional berbahan dasar beras dengan metode *accelerated shelf-life testing* (ASLT) melalui pendekatan arrhenius dan kadar air kritis. *Jurnal Agroteknologi*, 189-198.
- Padli. (2015). Profil Penurunan Mutu Otak-Otak Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) pada Berbagai Suhu Penyimpanan. *Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin*.
- Pitasari, U. H. (2016). Pendugaan Umur Simpan Sate Maranggi Dengan Metoda Aslt (*Accelerated Shelf Life Testing*) Berdasarkan Pendekatan Arrhenius. (*Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Pasundan*).
- Robbanii, D., A., A., Kurniawan, M. F., & Hapsari, D., R. (2023). Identifikasi Formalin dan Methanyl Yellow pada Tahu Kuning di Pasar Tradisional di Kecamatan Pasar Kemis Kabupaten Tangerang. *Karimah Tauhid*, 2(4), 893–900. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v2i4.8111>
- SNI 3551-2012 : *Mie instan* . (u.d.).
- SNI 757:2022 : *Otak-otak Ikan*. (u.d.). Hämtat från Otak-otak Ikan.
- Surahman DK, E. R. (2020). Pendugaan Umur Simpan Snack Bar Pisang dengan Metode Arrhenius pada suhu Penyimpanan yang Berbeda. *JBI*, 127-137.

Villota, R. dan J.G. Hawkes. 1992. Reaction kinetics in food systems. Di dalam Heldman, D.R dan D.B. Lund (Eds.). Handbook of Food Engineering. Marcel Dekker, Inc., New York.

Yin, R. K. (2018). Case study research. SAGE.

Yovita. (den 03 Oktober 2022). Apa itu *Frozen Food*? Makanan Cepat Saji yang Sedang Tren. Hämtat från Mokapos: <https://www.mokapos.com/blog/apa-itu-frozen-food>