



## **PENDUGAAN UMUR SIMPAN SNACK BAR PISANG DENGAN METODE ARRHENIUS PADA SUHU PENYIMPANAN YANG BERBEDA**

*(Estimation of Banana Snack Bar Shelf Life with Different Storage Temperatures Using Arrhenius Method)*

**Diki Nanang Surahman<sup>1</sup>, Riyanti Ekafitri<sup>1</sup>, Jesica Miranda<sup>2</sup>, Wisnu Cahyadi<sup>2</sup>,  
Dewi Desnilasari<sup>1</sup>, Lia Ratnawati<sup>1</sup>, Ashri Indriati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Jl. KS Tubun No.5 Subang, 41213

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan  
Jl. Dr. Setiabudhi No. 193, Bandung, 40153, Indonesia  
email: [diki.lucky@gmail.com](mailto:diki.lucky@gmail.com)

Diterima 21 Februari 2020, Revisi akhir 23 Desember 2020, Disetujui 28 Desember 2020

**ABSTRAK.** *Snack bar pisang merupakan makanan ringan yang terbuat dari pisang dan tepung pisang mentah, berbentuk batang dan dikonsumsi sebagai camilan. Informasi umur simpan produk diperlukan untuk menjamin bahwa produk masih layak dikonsumsi dan belum mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pendugaan umur simpan snack bar pisang menggunakan metode Arrhenius. Pengujian pendugaan umur simpan dengan metode Arrhenius dilakukan pada tiga suhu penyimpanan mewakili suhu dingin, ruang dan panas yaitu 15, 30 dan 45 °C selama 35 hari dengan waktu pengamatan setiap 7 hari. Adapun parameter yang diamati meliputi kadar air, aktivitas air (Aw), tekstur (kekerasan dan kerenyahan) dan total kapang khamir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa snack bar pisang mengalami kerusakan yang lebih cepat pada parameter tekstur yaitu kerenyahan pada suhu 15 dan 30 °C ditandai dengan nilai k (konstanta penurunan mutu) yang tinggi yaitu 0,0057 dan 0,0064. Sementara itu, kekerasan pada suhu 45 °C paling cepat terjadi pada parameter kekerasan dengan nilai k 0,0097. Hal ini berarti produk snack bar pisang mulai tidak dapat diterima terutama disebabkan oleh perubahan tekstur. Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa snack bar pisang memiliki pendugaan umur simpan selama 75,67 hari jika disimpan pada suhu ruang 30 °C dan memiliki pendugaan umur simpan yang lebih lama jika disimpan pada suhu dingin 15 °C yaitu 84,96 hari.*

**Kata kunci:** *snack bar pisang, umur simpan, Arrhenius, suhu penyimpanan, waktu penyimpanan*

**ABSTRACT.** *Banana snack bar is one of the snacks made from banana and banana flour, rod-shaped, and consumed as a snack. Shelf life information about the product is needed to ensure that the product is still good for consumption and has not been damaged. Therefore, this study aimed to determine the estimated shelf life of banana snack bars using the Arrhenius method. This method was carried out at three storage temperatures representing cold, ambient, and heat temperatures with 15, 30, and 45 °C for 35 days and observed every 7 days. The parameters observed include water content, water activity (Aw), texture (hardness and crispiness), and total yeast/mold. The results showed that texture was the first damaged parameter at 15 and 30 °C with k value (quality reduction constant) 0.0057 and 0.0064. While at 45 °C, hardness broke sooner than other parameters with k value 0.0097. This means that banana snack bar products are starting to be unacceptable, mainly due to changes in texture. Based on the results obtained, it is known that the banana snack bar has an estimated shelf life of 75.67 days if stored at room temperature 30 °C and longer shelf life if stored at 15 °C, which is 84.96 days.*

**Keywords:** *banana snack bar, shelf life product, Arrhenius, storage temperatures, storage time*

## 1. PENDAHULUAN

Informasi umur simpan merupakan salah satu informasi yang wajib dicantumkan oleh produsen pada kemasan produk pangan. Pencantuman informasi umur simpan menjadi sangat penting karena terkait dengan keamanan produk pangan tersebut dan untuk menghindari konsumsi saat kondisi produk sudah tidak layak. Kewajiban produsen untuk mencantumkan informasi umur simpan ini telah diatur oleh pemerintah dalam Peraturan BPOM No. 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan. Informasi umur simpan produk sangat penting bagi banyak pihak, baik produsen, konsumen, penjual dan distributor. Konsumen tidak hanya mengetahui tingkat kesegaran dan keamanan produk, melainkan juga menjadi petunjuk bagi perubahan citarasa, penampakan dan kandungan gizi produk tersebut. Bagi produsen, informasi umur simpan merupakan bagian dari konsep pemasaran produk yang penting secara ekonomi dalam hal pendistribusian produk serta berkaitan dengan usaha pengembangan jenis bahan pengemas yang digunakan. Bagi penjual dan distributor informasi umur simpan sangat penting dalam hal penanganan stok barang dagangannya. Penetapan umur simpan sangat penting pada tahap penelitian dan pengembangan produk pangan baru (Desnilasari *et al.*, 2013).

*Snack bar* merupakan makanan ringan yang berbentuk batang yang pada umumnya berbahan dasar sereal atau kacang-kacangan. *Snack bar* yang ada di pasaran umumnya mengandung energi tinggi dengan bahan penyusun utama tepung, gula dan lemak. Namun, *snack bar* selama ini diketahui mengandung sedikit komponen bioaktif seperti antioksidan, serat pangan (*dietary fiber*), serta mineral yang berperan penting bagi kesehatan. *Snack* yang sehat tidak hanya kaya akan energi, tetapi sebaiknya juga mengandung serat pangan, protein, antioksidan, aneka vitamin dan mineral yang penting untuk kesehatan (Christian, 2011). Produk *snack bar* pisang dengan campuran tepung pisang nangka dan *puree* pisang ambon merupakan hasil pengembangan produk baru (Sarifudin *et al.*, 2015). Produk ini berbahan baku pisang yang merupakan salah satu komoditas buah unggulan Indonesia yang mudah didapat, memiliki nilai ekonomi, budaya serta nilai gizi. Buah pisang mengandung karbohidrat, serat pangan, mineral, vitamin, provitamin dan komponen fenolik sebagai antioksidan (Anyasi *et al.* 2018; Yani *et al.*, 2013) sehingga aplikasinya pada produk makanan ringan

berpotensi menghasilkan produk makanan yang sehat dan bergizi.

Penelitian mengenai formulasi dan optimasi proses pembuatan *snack bar* pisang beberapa telah dilakukan oleh Ekafitri & Isworo (2014), Rahman *et al.* (2011), Sarifudin *et al.* (2015). Hingga saat ini masih dilakukan pula pengembangan produk *snack bar* pisang dengan formula terbaru untuk mendapatkan *snack bar* pisang dengan sensori yang diterima konsumen dengan harga yang terjangkau. Terkait dengan formula *banana bar* yang baru dikembangkan belum ada penelitian yang mengkaji pendugaan umur simpannya. Umur simpan ini merupakan informasi penting yang perlu diketahui oleh konsumen dan produsen terkait dengan perubahan mutu produk.

Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT). Tujuan dilakukannya penelitian pendugaan umur simpan dengan menggunakan metode ASLT adalah untuk menentukan umur simpan produk dengan cara mempercepat perubahan mutu pada parameter kritis. Salah satu penyebab perubahan mutu bahan pangan adalah suhu. Peningkatan suhu menyebabkan perubahan mutu cepat terjadi, sehingga menyebabkan umur simpan pendek (Diniyah *et al.*, 2015). Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka laju reaksi berbagai senyawa kimia di dalam bahan pangan akan semakin cepat, sehingga dalam menduga kecepatan penurunan mutu, faktor suhu harus selalu diperhitungkan (Salim, 2014). Model *Arrhenius* merupakan pendekatan yang mengkuantifikasi pengaruh suhu terhadap nilai penurunan mutu dan penentuan umur simpan. Penelitian terkait pengujian umur simpan pada produk *snack bar* menggunakan metode *Arrhenius* telah dilakukan oleh Purnamayati *et al.* (2019). Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah melakukan pendugaan umur simpan *snack bar* pisang dengan metode *Arrhenius* pada tiga suhu yang berbeda.

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan untuk pembuatan *snack bar* pisang yaitu tepung pisang nangka, *puree* pisang ambon, susu *full cream* bubuk, telur, margarine, gula pasir, susu kental manis, garam, perisa pisang, kalsium propionat, potassium sorbat, *desicated coconut*, SP, *baking powder*, dan mikronutrien. Bahan analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah *buffered peptone water* dan *potato dextrose agar*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca digital, oven, mixer, blender. Alat yang digunakan dalam analisa pada penelitian ini diantaranya adalah incubator, neraca digital, oven, smart water activity meter dan texture analyzer.

**Pengujian Nilai Gizi Snack Bar Pisang**

Pengujian nilai gizi meliputi pengujian komponen makronutrien (protein, lemak, karbohidrat) dengan metode SNI 01-2891-1992 tentang cara uji makanan dan minuman (BSN, 1992), serat pangan menggunakan metode enzimatis dan gravimetri (AOAC, 2004) dan total kalori yang ditentukan dengan cara menjumlahkan hasil perkalian antara faktor Atwater karbohidrat (4 Kkal), protein (4 Kkal), dan lemak (9 Kkal) dengan kadar karbohidrat, protein, dan lemak produk (Ekafitri et al., 2012).

**Penentuan Umur Simpan dengan metode Arrhenius**

Penyimpanan produk dilakukan pada suhu 15 °C (suhu dingin), 30 °C (suhu ruang) dan 45 °C (suhu panas) (Rahman et al., 2019) selama 35 hari dengan waktu pengamatan tiap 7 hari. Parameter yang diamati adalah kadar air, aktivitas air (aw), tekstur (kekerasan dan kerenyahan) dan jumlah kapang khamir. Pengujian kadar air dan jumlah kapang khamir merujuk pada SNI Makanan dan Minuman No. 01-2891-1992 (BSN, 1992). Aktivitas air diukur dengan menggunakan alat aw-meter (Rotronic-Hygrolab, USA). Tekstur kekerasan dan kerenyahan diukur menggunakan TA-XT2 texture analyzer (Stable Microsystems), probe jenis Three Point Bend Rig (Type HDP/3PB), dengan pengaturan test mode: compression, test speed: 3,00 mm/sec, target mode: strain, strain: 60%, advanced option: off.

Pendugaan umur simpan metode Arrhenius dilakukan berdasarkan Diniyah et al. (2015) dengan beberapa tahapan yaitu yang pertama memplotkan hasil pengamatan yang diperoleh pada 6 titik pengamatan diplot pada kurva perubahan mutu dan waktu hingga diperoleh persamaan linier  $y = a + bx$ , dengan b adalah konstanta (nilai k) yang dibutuhkan pada perhitungan selanjutnya. Langkah selanjutnya adalah penentuan ordo reaksi berdasarkan persamaan kurva yang memiliki nilai R<sup>2</sup> yang lebih besar. Kemudian, perhitungan dengan persamaan Arrhenius, dilakukan dengan membuat plot kurva pra-eksponensial k (ln k) dengan invers suhu (ln k dengan 1/T) sehingga dihasilkan persamaan linier  $y = a + bx$  atau  $\ln k = \ln k_0 - (Ea/R) (1/T)$  atau disebut persamaan Arrhenius, dengan ln k<sub>0</sub> adalah intersep, Ea/R

adalah slope, Ea adalah energi aktivasi dan R adalah konstanta gas ideal yaitu 1,986 kal/mol K. Setelah itu dilakukan penentuan energi aktivasi, yaitu nilai slope (b) dari persamaan Arrhenius dikali dengan R akan menghasilkan nilai energi aktivasi (Ea = kal/mol), dan langkah terakhir dilakukan perhitungan prediksi umur simpan yang diperoleh dari perubahan mutu sesudah penyimpanan dengan sebelum penyimpanan dibagi nilai k. Adapun rumus penentuan umur simpan adalah sebagai berikut:

Persamaan ordo nol:

$$T = (A_0 - A_t) / k \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan ordo satu :

$$T = \ln (A_0 - A_t) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- T = umur simpan produk (hari)
- A0 = nilai kritis atribut mutu\*
- At = nilai atribut mutu di akhir penyimpanan
- K = konstanta penurunan mutu

\*nilai diperoleh dari hasil penelitian pendahuluan (kadar air 8,81%; a<sub>w</sub> 0,6; kekerasan 8018,67 g.; kerenyahan 29,551 mm; jumlah kapang khamir 200 cfu/g)

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kandungan Gizi Snack Bar Pisang**

Penelitian yang dilakukan merupakan pengembangan produk berbasis pisang yaitu berupa snack bar pisang sebagai bentuk diversifikasi pangan non terigu. Produk ini menggunakan tepung pisang mentah yang dikombinasikan dengan pure pisang matang. Snack bar pisang dikemas dengan kemasan aluminium foil yang dilaminasi dengan berat perkemasan sebesar 20 gram.

Tabel 1. Kandungan gizi snack bar pisang

Parameter	Nilai
Protein (%)	7,82
Lemak (%)	26,26
Karbohidrat (%)	58,34
Serat pangan (%)	5,32
Total kalori (Kkal/20 gr)	100,19

Snack bar pisang memiliki kandungan protein, lemak dan karbohidrat sebesar 7,82%, 26,26% dan 58,34%. Kandungan protein produk ini yang berasal penggunaan susu dan telur, sementara lemak diperoleh dari penggunaan susu, margarin dan desicated coconut, serta kandungan karbohidrat terutama dihasilkan dari penggunaan pisang dan tepung pisang. Megala & Hymavathi

(2011) dan Ekafitri *et al.* (2013) telah menghasilkan *snack bar* pisang dengan kandungan protein (1,2% dan 3,61-4,27%) dan lemak (1,6-1,8% dan 11,47-12,65%) yang lebih rendah dibandingkan kandungan protein dan lemak *snack bar* pisang hasil penelitian ini. Sementara itu, *snack bar* yang terbuat dari spirulina memiliki kandungan protein dan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan protein dan karbohidrat dari *snack bar pisang* yaitu sebesar 10,40-12,09% dan 67,07-71,37% (Lucas *et al.*, 2019). Hal ini disebabkan oleh perbedaan bahan baku yang digunakan, pisang dan tepung pisang sebagai bahan baku utama memiliki kandungan protein yang rendah tetapi mengandung karbohidrat yang cukup tinggi. Menurut Ekafitri *et al.* (2013) kandungan karbohidrat pada tepung pisang mentah cukup tinggi disebabkan oleh tingginya pati yang ada dalam tepung pisang. Kandungan karbohidrat pada tepung pisang sebesar 40% dan *puree* pisang 36,14% (Rahman *et al.*, 2011). Kandungan serat *snack bar* pisang sebesar 5,32% (Tabel 1) yang lebih rendah dibandingkan kandungan serat pangan *snack bar* yang terbuat dari campuran tepung biji angka Afrika, jagung dan kelapa (13,91-17,63%) dan juga *snack bar* yang terbuat dari campuran tepung gembolo dan pati garut (7,91%) (Edima-Nyah *et al.*, 2019; Herawati *et al.*, 2019). Namun, *snack bar* pisang pada penelitian ini dapat digolongkan sebagai makanan sumber serat pangan karena memiliki kandungan serat pangan tidak kurang dari 3% sesuai Peraturan BPOM RI No. 13 Tahun 2016.

Nilai total kalori *snack bar* pisang hasil penelitian ini adalah sebesar 100,19 Kkal/20 g (500,95 Kkal/ 100 g) lebih tinggi dibandingkan dengan kalori *snack bar* pisang yang dikembangkan oleh Veggi *et al.* (2018), yaitu 335,4-340,4 Kkal/100 g. Produk *snack bar* komersil yang mengandung pisang dengan Merk "X" memiliki total energi sebesar 140 Kkal per 30 gram (93,33 kkal/20 g). *Snack bar* pisang yang dikembangkan memiliki asupan energi lebih tinggi dibandingkan produk komersil yang sudah ada. Hal ini menunjukkan bahwa *snack bar* pisang dapat menjadi alternatif bagi orang-orang yang membutuhkan makanan bernergi tinggi dengan cara penyajian yang praktis (*ready to eat product*).

### Perubahan Mutu *Snack Bar* Pisang Selama Penyimpanan

Kadar air merupakan parameter yang sangat penting dalam penentuan umur simpan produk

karena mempengaruhi sifat fisikokimia, perubahan kimia dan kerusakan mikrobiologi bahan pangan. *Snack bar* pisang merupakan produk yang dihasilkan melalui proses pemanggangan seperti halnya produk biskuit. Menurut Rahman *et al.* (2019), produk seperti ini bersifat higroskopis, artinya produk mudah menyerap air dari lingkungan sekitar hingga mencapai keseimbangan kadar air. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan kadar air, sehingga penting untuk diamati perubahannya.

Kadar air *snack bar* pisang selama 35 hari dengan pengamatan tiap 7 hari dapat dilihat pada Tabel 2. Penyimpanan pada suhu 15 °C, 30 °C dan 45 °C menghasilkan kadar air yang menurun sebesar 22,7%, 17,83% dan 17,19% di minggu kelima. Penurunan kadar air pada tiga suhu penyimpanan ini disebabkan oleh terjadinya evaporasi uap air dari produk ke lingkungan yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban ruangan selama penyimpanan (Solihin *et al.*, 2016). Sarastuti & Yuwono (2015) menambahkan bahwa uap air akan berpindah dari lingkungan ke produk atau sebaliknya sampai terjadi kondisi kesetimbangan. Kadar air produk *snack bar* pisang ini lebih rendah dibandingkan dengan *snack bar* dengan bahan dari sorgum merah pada penyimpanan selama 15 hari pada suhu ruang yaitu 7,93% (Ryavanki & Hemalatha, 2018). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi, karakteristik dan dimensi produk.

### Aktivitas Air

Aktivitas air merupakan salah satu faktor kritis untuk menentukan masa simpan produk. Kecepatan perubahan kadar air pada produk kemasan dan perubahan aktivitas air merupakan titik kritis untuk menentukan masa simpan produk. Data aktivitas air dapat memberikan informasi mengenai ketersediaan air yang berperan dalam reaksi perusakan makanan. Hal ini sebagai faktor kontrol dasar dalam pengawetan makanan untuk menghindari kerusakan secara mikrobiologi, kimia, dan fisik. Beberapa produk makanan kering memiliki kisaran aktivitas air 0,3 untuk produk yang sangat kering dan 0,99 untuk produk yang segar basah (Chowdhury *et al.*, 2012). Aktivitas air *snack bar* pisang dengan penyimpanan 3 suhu selama 35 hari dengan pengamatan tiap 7 hari dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa aktivitas air *snack bar* pisang berkisar 0,40-0,55. Aktivitas air pada semua suhu penyimpanan menunjukkan nilai yang stabil dengan rata-rata aktivitas air adalah 0,46. Hasil ini berbeda dengan

Tabel 2. Perubahan mutu *snack bar* pisang selama 35 hari penyimpanan

Parameter	Lama Penyimpanan (hari)	Suhu Penyimpanan (°C)		
		15	30	45
Kadar air (%)	0	6,28	6,28	6,28
	7	5,57	5,09	5,89
	14	5,00	6,38	5,34
	21	5,19	6,66	6,49
	28	5,27	5,56	4,61
	35	4,85	5,16	5,20
Aktivitas air	0	0,46	0,46	0,46
	7	0,41	0,40	0,46
	14	0,55	0,47	0,47
	21	0,51	0,45	0,51
	28	0,52	0,42	0,45
	35	0,46	0,44	0,44
Hardness (g)	0	14812,12	14812,12	14812,12
	7	15766,80	15152,50	18208,17
	14	17937,44	15308,37	19318,65
	21	19510,78	17624,55	15894,30
	28	21162,00	16016,44	13635,48
	35	22777,01	19970,19	16098,31
Kerenyahan (mm)	0	18,21	18,21	18,21
	7	33,00	32,59	36,53
	14	19,74	18,99	18,78
	21	18,76	17,22	18,85
	28	19,46	19,58	19,43
	35	19,56	19,34	18,39
Jumlah kapang khamir (cfu/g)	0	10	10	10
	7	20	25	15
	14	65	20	60
	21	60	45	55
	28	40	50	20
	35	60	40	25

penelitian dari Prazeres *et al.* (2020) yang menunjukkan nilai aktivitas air yang meningkat 20% pada penyimpanan selama 35 hari. Nilai aktivitas air awal pada penelitian ini selaras dengan penelitian dari Sun-Waterhouse *et al.* (2010) *snack bar* berbasis beras dan apel yang memiliki aktivitas air rata-rata yaitu 0,46 dan Prazeres *et al.* (2020) *snack bar* berbasis *acai berry* yang memiliki aktivitas air 0,44. Nilai ini masih dibawah 0,7 yang menandakan bahwa produk memiliki resiko rendah terhadap adanya proliferasi bakteri dan patogen perusak dan masa simpan yang baik (Sun-

Waterhouse *et al.*, 2010). Perubahan aktivitas air dapat mempengaruhi tekstur produk seperti kerenyahannya. Produk yang memiliki aktivitas air besar memiliki kecenderungan tidak renyah disebabkan oleh air yang ada didalam produk tidak terikat erat dengan komponen lain pada produk sehingga memungkinkan adanya aktivitas mikrobiologi maupun kimiawi enzimatik (Sun-Waterhouse *et al.*, 2010).

Secara fisik, kerenyahan diartikan sebagai kekuatan yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu material, biasanya dimiliki oleh produk

dengan kekerasan yang tinggi dengan *cohesiveness* rendah. (Szczeniak, 2002). Menurut Jauhariah & Ayustaningrum (2013), biskuit yang patah/pecah pada jarak (mm) yang rendah memiliki kerenyahan yang lebih tinggi. Pada Tabel 2, terlihat bahwa kerenyahan produk *snack bar* pisang cenderung menurun hingga hari ke 35 penyimpanan ditandai dengan jarak pecah yang lebih tinggi (mm). Pada hari ke 35 penyimpanan nilai kerenyahan produk *snack bar* pisang hampir sama pada ketiga suhu penyimpanan yaitu berkisar antara 18,39-19,56 mm. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kerenyahan produk pada awal penyimpanan yaitu 18,21 mm. Artinya selama penyimpanan produk mengalami kehilangan kerenyahan. Produk *snack bar* pisang ini memiliki kerenyahan yang lebih rendah (18,21 mm) dibandingkan dengan biskuit *Young Corn Powder* (0,28-0,32 mm) yang dilaporkan oleh (Jauhariah & Ayustaningrum, 2013). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi bahan baku, dimensi produk, suhu dan waktu pemanggangan serta pengaturan alat pengujian tekstur.

### Kekerasan

Kekerasan (*hardness*) merupakan karakteristik fisik yang penting untuk dianalisis dan berhubungan langsung dengan penerimaan sensori produk makanan. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa selama 35 hari penyimpanan memiliki kecenderungan meningkat, baik pada suhu 15,30 dan 45 °C berturut-turut sebesar 53,77%, 34,82%, dan 8,68%. Peningkatan ini selaras dengan hasil penyimpanan *snack bar* spirulina selama 30 hari penyimpanan (Lucas *et al.*, 2019). Menurut (de Morais *et al.*, 2018) peningkatan kekerasan dipengaruhi oleh kandungan air, kelembaban, suhu penyimpanan dan aktivitas air. Pada penelitian ini, peningkatan kekerasan selaras dengan penurunan kadar air produk selama penyimpanan pada berbagai suhu yang berbeda. Ketersediaan kandungan air pada produk biskuit akan mempengaruhi pembentukan gel akibat proses retrogradasi pati, yang menyebabkan kekerasan pada produk biskuit.

### Jumlah Kapang Khamir

Jumlah kapang khamir pada suatu produk makanan merupakan salah satu parameter mikrobiologis yang dipersyaratkan pada SNI produk. Parameter ini sebagai jaminan apakah produk tersebut aman untuk dikonsumsi. SNI 2973:2011 tentang biskuit telah mensyaratkan maksimal kandungan kapang dan khamir dalam

produk biskuit maksimal adalah  $2 \times 10^2$  CFU/g. Berdasarkan hal tersebut, jika dikaitkan dengan data kapang khamir pada Tabel 2, jumlah kapang dan khamir yang berkisar 10-60 cfu/g pada produk *snack bar* masih dalam ambang batas aman untuk dikonsumsi selama 35 hari penyimpanan. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian dari Desnilasari *et al.* (2013) pada *food bar* berbasis pisang. Penyimpanan pada suhu rendah hingga ke suhu tinggi menunjukkan data yang tidak berbeda antara perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan kapang khamir pada *snack bar* ini tidak terlalu dipengaruhi oleh suhu penyimpanan (Singh & Kumar, 2019). Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan kemasan *aluminium foil* pada pengemas *snack bar* pisang karena memiliki permeabilitas kemasan yang lebih rendah ( $0,0035 \text{ gH}_2\text{O/m}^2.\text{day.mmHg}^2$ ) dibandingkan kemasan *metalized plastics* ( $0,0221 \text{ gH}_2\text{O/m}^2.\text{day.mmHg}^2$ ) sehingga tidak mudah dilewati uap air (Ekafitri *et al.*, 2020). Yaptenco *et al.*, (2017) menyatakan bahwa kemasan dengan permeabilitas yang rendah dapat membantu memperpanjang umur simpan produk. Menurut Singh & Kumar (2019) pemilihan kemasan berpengaruh sangat kuat terhadap jumlah mikroba selama masa penyimpanan. Kemasan yang tebal dan tertutup kuat dapat membatasi meningkatnya kadar air produk yang berperan penting didalam proses proliferasi mikroba pada produk selama masa penyimpanan.

### Pemilihan Ordo Reaksi

Penentuan umur simpan dengan metode *Arrhenius* diawali dengan memplotkan hasil perubahan mutu selama 35 hari pada kurva perubahan mutu dan waktu untuk dilakukan pemilihan ordo reaksinya (Rahman *et al.*, 2019; Diniyah *et al.*, 2015). Untuk orde reaksi nol nilai  $R^2$  diambil dari data asli hasil yaitu dari persamaan kurva antara lama penyimpanan (sumbu x) dan hasil pengamatan pada parameter tertentu (sumbu y), sedangkan untuk orde reaksi satu diambil dari data asli yang sudah diubah bentuk yaitu dari persamaan kurva antara lama penyimpanan (sumbu x) dengan  $\ln$  hasil perubahan mutu tiap parameter (sumbu y). Setelah itu, dibandingkan antara orde reaksi nol dan satu, dengan melihat nilai  $R^2$  yang lebih tinggi atau lebih linier. Pemilihan ordo reaksi didasarkan pada nilai  $R^2$  terbesar. Nilai  $R^2$  menunjukkan linieritas data, dimana  $R^2$  mendekati 1 artinya data linier sehingga dianggap akurat, dan nilai  $R^2$  mendekati nol



menunjukkan data tidak linier sehingga dianggap tidak akurat. Menurut Rahman *et al.* (2019) untuk menentukan umur simpan dilihat dari nilai  $R^2$  yang paling linier atau akurat. Pada Tabel 3 disajikan persamaan reaksi ordo nol dan ordo satu serta nilai  $R^2$  tiap parameter dan suhu

penyimpanan. Berdasarkan nilai  $R^2$  tertinggi, maka dipilih persamaan ordo satu untuk parameter pengujian kadar air, aktivitas air, dan jumlah kapang khamir, sementara untuk parameter tekstur yaitu kekerasan dan kerenyahan, selanjutnya akan mengikuti persamaan reaksi nol.

Tabel 3. Persamaan dan ordo reaksi tiap parameter pengamatan dan suhu penyimpanan

Parameter	Suhu (°C)	Persamaan regresi ordo nol	Persamaan regresi ordo satu	$R^2$ ordo nol	$R^2$ ordo satu	Ordo terpilih	Ordo terpilih untuk perhitungan umur simpan
Kadar air	15	$y = -0,032x + 5,9209$	$y = -0,0058x + 1,7767$	0,6669	0,6726	1	1
	30	$y = -0,0158x + 6,1312$	$y = -0,0027x + 1,8093$	0,0947	0,0949	1	
	45	$y = -0,033x + 6,2118$	$y = -0,0061x + 1,8279$	0,3678	0,3780	1	
Aktivitas air	15	$y = 0,0012x + 0,4622$	$y = 0,0025x - 0,7783$	0,0869	0,0953	1	1
	30	$y = -0,0001x + 0,4391$	$y = -0,0002x - 0,8259$	0,0047	0,0027	0	
	45	$y = -0,0003x + 0,4683$	$y = -0,0006x - 0,7589$	0,0198	0,0248	1	
Hardness	15	$y = 235,03x + 14548$	$y = 0,0127x + 9,5999$	0,9945	0,9920	0	0
	30	$y = 125,3x + 14288$	$y = 0,0074x + 9,5756$	0,6861	0,7032	1	
	45	$y = -43,72x + 17093$	$y = -0,0026x + 9,7399$	0,0736	0,0721	0	
Kerenyahan	15	$y = -0,1422x + 23,942$	$y = -0,0052x + 3,1336$	0,1073	0,0925	0	0
	30	$y = -0,1434x + 23,498$	$y = -0,0054x + 3,1134$	0,1068	0,0927	0	
	45	$y = -0,2054x + 25,293$	$y = -0,0075x + 3,1728$	0,1366	0,1292	0	
Jumlah kapang khamir	15	$y = 1,2449x + 20,714$	$y = 0,0194x + 1,2054$	0,4945	0,5988	1	1
	30	$y = 1,0204x + 13,81$	$y = 0,0174x + 1,1375$	0,7239	0,7354	1	
	45	$y = 0,3469x + 24,762$	$y = 0,0095x + 1,2327$	0,0455	0,1615	1	

### Perhitungan Umur Simpan

Setelah ordo reaksi terpilih kemudian dibuat kurva pra-eksponensial  $k$  ( $\ln k$ ) dengan *invers* suhu ( $\ln k$  dengan  $1/T$ ) sehingga dihasilkan persamaan linier  $y = a + bx$  atau  $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R) (1/T)$  atau disebut persamaan *Arrhenius*. Berdasarkan persamaan *Arrhenius* tersebut akan diperoleh nilai  $E_a$  (energi aktivasi) dan konstanta penurunan mutu. Nilai  $E_a$ , konstanta penurunan mutu, dan umur simpan *snack bar* pisang tiap parameter pengamatan pada tiap suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4. Menurut Purnamayati *et al.* (2019) konstanta penurunan mutu atau laju penurunan mutu merupakan salah satu kunci yang mempengaruhi umur simpan produk. Semakin tinggi laju penurunan mutu produk menunjukkan semakin cepat reaksi kerusakan (Wahyuni *et al.*, 2018).

Pada parameter kadar air terlihat bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, laju penurunan mutu *snack bar* pisang semakin tinggi. Pada suhu 45 °C laju penurunan produk sebesar 0,24% per hari, sementara pada suhu penyimpanan 15 °C dan

30 °C sebesar 0,20%. Laju penurunan mutu ini lebih rendah jika dibandingkan dengan produk sejenisnya yaitu biskuit non terigu yang dikembangkan oleh Rahman *et al.* (2019) yaitu 0,37-0,84% pada kemasan yang sama yaitu *aluminium foil*. Semakin tinggi laju penurunan mutu menghasilkan umur simpan produk yang semakin singkat. Menurut parameter kadar air, umur simpan *snack bar* pisang terendah adalah pada suhu penyimpanan 45 °C yaitu selama 140, 81 hari (4 bulan 20 hari) dan pada penyimpanan suhu ruang 30 °C selama 153,61 hari (5 bulan 3 hari). Umur simpan *snack bar* pisang ini lebih tinggi dibandingkan dengan *snack bar* yang terbuat dari tepung millet putih, ikan gabus dan kedelai dengan umur simpan pada suhu ruang selama 19 hari dan *snack bar* yang terbuat dari flake sorgum merah yang memiliki umur simpan selama 3 bulan pada suhu ruang (Purnamayati *et al.*, 2019; Ryavanki & Hemalatha, 2018). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan bahan baku, karakteristik produk, dimensi dan kemasan yang digunakan.

Pada parameter aktivitas air terlihat bahwasemakin tinggi suhu penyimpanan laju penurunan mutu *snack bar* pisang semakin tinggi. Pada suhu 45 °C laju penurunan produk sebesar 0,23% per hari sementara pada suhu penyimpanan 15 °C dan 30 °C sebesar 0,12% dan 0,17%. Nilai ini seiring dengan penelitian Prazeres *et al.* (2020) pada produk *snack bar* berbasis *acai berry* yang memiliki laju penurunan produk berdasarkan parameter aktivitas air sebesar 0,19-0,25% per hari. Semakin rendah nilai laju penurunan produk menghasilkan umur simpan produk yang semakin lama. Menurut parameter aktivitas air, umur simpan *snack bar* pisang terlama pada suhu 15 °C yaitu 226,87 hari (7 bulan 15 hari). Umur simpan *snack bar* pisang penelitian ini lebih lama dibandingkan dengan *snack bar* hasil penelitian Prazeres *et al.* (2020) *snack bar* berbasis *acai berry* dengan masa simpan hanya 58 hari.

Berdasarkan parameter kerenyahan yang ditentukan dengan menggunakan alat *Texture Analyzer* dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, laju penurunan mutu *snack bar* pisang semakin meningkat diiringi dengan semakin lama umur simpan produk. Umur simpan produk pada suhu 15 °C, 30 °C, dan 45 °C berturut-turut adalah 84,96; 75,67; dan 69,19 hari. Semakin

rendahnya umur simpan produk ini disebabkan oleh semakin tingginya laju penurunan mutu produk (k). Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa laju penurunan mutu (k) pada suhu 15 °C sebesar 0,57%, meningkat pada suhu 30 °C sebesar 0,64% dan pada suhu 45 °C sebesar 0,70%. Nilai umur simpan produk biskuit dengan adonan lunak dan keras pada suhu ruang (30 °C) RH 80 (Kusnandar *et al.*, 2010) hingga mencapai tingkat kerenyahan yang tidak diterima panelis adalah 399 dan 389 hari lebih tinggi dibandingkan umur simpan *snack bar* pisang pada suhu 30 RH 80%. Hal ini disebabkan oleh banyak hal diantaranya perbedaan nilai kadar air awal, berat produk, dan metode pengujian umur simpan (Kusnandar *et al.*, 2010).

Umur simpan menurut parameter tekstur kekerasan menunjukkan kecenderungan yang sama dengan parameter kerenyahan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, umur simpan produk semakin menurun. Umur simpan *snack bar* pisang berdasarkan parameter kekerasan pada suhu 15 °C, 30 °C, dan 45 °C berturut-turut adalah 306,84; 136,37; 63,27 hari. Semakin rendah umur simpan produk ini juga disebabkan oleh semakin tingginya laju penurunan mutu produk (k). Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa laju penurunan mutu (k)

Tabel 4. Hasil perhitungan pendugaan umur simpan *snack bar* pisang berdasarkan persamaan *Arrhenius* pada berbagai parameter dan suhu

Parameter	Suhu (T) (°C)	(1/T) K	k	ln k	Ea	ko	Laju Penurunan Mutu Per Hari (K)	Umur Simpan (hari)
Kadar air	15	0,0035	0,0045	-5,4037	1113,729	0,0139	0,0020	168,97
	30	0,0033	0,0004	-7,824			0,0022	153,61
	45	0,0031	0,0057	-3,1673			0,0024	140,81
Aktivitas air	15	0,0035	0,001	-6,9078	3934,266	1,1682	0,0012	226,87
	30	0,0033	0,0025	-5,9915			0,0017	160,14
	45	0,0031	0,0019	-6,2659			0,0023	118,37
Hardness	15	0,0035	0,001	-6,9078	9537,368	34269,12	0,0020	306,84
	30	0,0033	0,0025	-5,9915			0,0045	136,37
	45	0,0031	0,0019	-6,2659			0,0097	63,27
Kerenyahan	15	0,0035	0,0056	-5,185	1347,402	0,0596	0,0057	84,96
	30	0,0033	0,0065	-5,036			0,0064	75,67
	45	0,0031	0,007	-4,9618			0,0070	69,19
Jumlah kapang khamir	15	0,0035	0,0044	-5,4262	2406,6348	0,3445	0,0051	587,4
	30	0,0033	0,0087	-4,7444			0,0063	475,51
	45	0,0031	0,0065	5,036			0,0077	389,06



pada suhu 15 °C sebesar 0,20%, meningkat pada suhu 30 °C sebesar 0,45% dan pada suhu 45 °C sebesar 0,97%. Produk sejenis yaitu biskuit manis berbahan baku tepung terigu dan pati kentang yang dilaporkan oleh de Morais et al., (2016) masih dapat dikonsumsi dengan tekstur kekerasan yang masih dapat dikonsumsi selama 180 hari (suhu penyimpanan 35 °C) mendekati umur simpan banana bar pada suhu penyimpanan 30 °C (136,37 hari).

Pada parameter kapang dan khamir terlihat memiliki tren yang sama dengan parameter yang lain yaitu semakin tinggi suhu penyimpanan produk memperlihatkan laju penurunan mutu produk yang tinggi. Pada suhu penyimpanan 45 °C memiliki laju penurunan mutu produk sebesar 0,77, sedangkan pada penyimpanan 30 °C laju penurunan mutu produk 0,63%, dan pada suhu 15 °C memiliki laju penurunan produk 0,51%. Masa simpan pada suhu 15 °C, 30 °C dan 45 °C secara berturut-turut adalah 587,4 hari (19 bulan 15 hari), 475,51 hari (15 bulan 9 bulan) dan 389,06 hari (12 bulan 9 bulan). Hasil ini menandakan bahwa kapang khamir lebih mudah merusak *snack bar* pisang pada suhu 30-45 °C. Hal ini disebabkan suhu optimum dari pertumbuhan kapang khamir berkisar pada 25-35 °C dan dapat tumbuh pada suhu yang lebih tinggi lagi (Desnilasari et al., 2013).

#### 4. KESIMPULAN

Pendugaan umur simpan *snack bar* pisang dapat dilakukan menggunakan metode *Arrhenius* pada suhu penyimpanan yang berbeda. Reaksi penurunan mutu *snack bar* pisang berdasarkan kadar air, aktivitas air dan jumlah kapang khamir mengikuti persamaan reaksi orde satu, sedangkan untuk parameter tekstur yaitu kekerasan dan kerenyahan mengikuti persamaan reaksi nol. Semakin tinggi suhu penyimpanan dapat mempercepat proses penurunan mutu produk. *Snack bar* pisang menggunakan metode *Arrhenius* memiliki umur simpan selama 75,67 hari jika disimpan pada suhu ruang 30 °C dan akan lebih lama jika disimpan pada suhu 15°C yaitu 84,96 hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anyasi, T. A., Jideani, A. I. O., & Mchau, G. R. A. (2018). Phenolics and essential mineral profile of organic acid pretreated unripe banana flour. *Food Research International*, 104(September 2017), 100–109. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.063>

- AOAC. (2004). *Official methods of analysis* (K. Helrich (ed.); 15 edition, Vol. 1). AOAC Inc. <https://doi.org/10.1016/b0-12-765490-9/00006-9>
- BSN. (1992). *Standar nasional Indonesia. SNI 01-2891-1992. Cara uji makanan dan minuman*.
- Chowdhury, K., Khan, S., Karim, R., Obaid, M., & Hasan, G. (2012). Quality and Shelf-Life Evaluation of Packaged Biscuits Marketed in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 47(1), 29–42. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v47i1.10717>
- Christian, M. (2011). Pengolahan Banana Bars dengan Inulin Sebagai Alternatif Pangan Darurat. In *Skripsi Institut Pertanian Bogor*. Institut Pertanian Bogor.
- de Morais, M. P., Caliar, M., Nabeshima, E. H., Batista, J. E. R., Campos, M. R. H., & Soares Júnior, M. S. (2018). Storage stability of sweet biscuit elaborated with recovered potato starch from effluent of fries industry. *Food Science and Technology*, 38(2), 216–222. <https://doi.org/10.1590/fst.32916>
- Desnilasari, D., Surahman, D. N., & Luthfianti, R. (2013). Pendugaan umur simpan produk food bar berbasis pisang. *Seminar Nasional dan Workshop: Peningkatan Inovasi Dalam Menanggulangi Kemiskinan*, 384–397.
- Diniyah, N., Subagio, A., & Akhiriani, A. (2015). Pendugaan Umur Simpan “Beras Cerdas” Berbasis Mocaf, Tepung Jagung Menggunakan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Pendekatan Arrhenius. *Warta Ihp*, 32(1), 1–8.
- Edima-Nyah, A. P., Ojmelukwe, P. C., & Nwabueze, T. U. (2019). In Vitro Nutrient Analysis of High Fibre Snack Bars Produced From Blends of African Breadfruit, Maize and Coconut. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 13(10), 52–61. <https://doi.org/10.9790/2402-1310015261>
- Ekafitri, R., Indrianti, N., Darmajana, D. A., & Kumalasari, R. (2012). Pengaruh Penambahan Tepung Komposit Pada Pembuatan Mie Instan Jagung Terhadap Nilai Gizi. *Jurnal Pangan*, 21(4).
- Ekafitri, R., & Isworo, R. (2014). Pemanfaatan Kacang-Kacangan sebagai Bahan Baku Sumber Protein Untuk Pangan Darurat. *Pangan*, 23(2), 134–144.
- Ekafitri, R., Kurniawan, Y. R., Desnilasari, D., Surahman, D. N., & Indriati, A. (2020). Shelf-life assessment of energy banana bar using acceleration method with critical moisture content approach. *Food Science and Technology*, 2061, 1–6. <https://doi.org/10.1590/fst.13120>
- Ekafitri, R., Sarifudin, A., & Surahman, D. N. (2013).

- Pengaruh Penggunaan Tepung dan Puree Pisang Terhadap Karakteristik Mutu Makanan Padat Berbasis-Pisang (Effect of Banana Flour and Puree on The Quality Characteristic of Banana-Based Snack Bar). *Penelitian Gizi dan Makanan*, 36(2), 127–134.
- Herawati, E. R. N., Miftakhusolikah, M., Pusporini, A. R., & Murdiati, A. (2019). Sensorial and chemical characterization of snack bar with variation of gembolo flour (*Dioscorea bulbifera*) and arrowroot starch (*Marantha arundinaceae* L.). *Food Research*, 3(5), 564–569. [https://doi.org/https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(5\).099](https://doi.org/https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(5).099)  
Abstract[https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(5\).099](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(5).099)
- Jauhariah, D., & Ayustaningrum, F. (2013). Snack Bar Rendah Fosfor dan Protein Berbasis Produk Olahan Beras. *Journal of Nutrition College*, 2(2), 250–261. <https://doi.org/10.14710/jnc.v2i2.2750>
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Fitria, M. (2010). Accelerated Shelf-life Testing of Biscuits Using a Critical Moisture Content Approach. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, XXI(2), 1–6.
- Lucas, B. F., Priscila, A., Carvalho, L. F. De, Morais, M. G. De, Santos, T. D., Alberto, J., & Costa, V. (2019). Snack bars enriched with Spirulina for school children nutrition. *Food Science and Technology*, 2061, 1–7. <https://doi.org/10.1590/fst.06719>
- Megala, P., & Hymavathi, T. (2011). Inulin and Fructooligosaccharides Incorporated Functional Fruit Bars. *World Academy of Science, Engineering Technology*, 59, 393–398.
- Prazeres, I. C. dos, Carvalho, A. V., Domingues, A. F. N., & Abreu, L. F. (2020). Preparing multicomponent snack bars based on tapioka flour, Brazil nut, and regional fruits. *Rev Chil Nutr*, 47(2), 190–199. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000200190>
- Purnamayati, L., Anandito, R. B. K., Siswanti, S., & Nurhartadi, E. (2019). Characteristic and Shelf-Life Test of Food Bar with Combination of White Millet, Snakehead Fish and Soy Flour. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 34(1), 101. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v34i1.27592>
- Rahman, T., Luthfiyanti, R., & Ekafitri, R. (2011). Optimasi Proses Pembuatan Food Bar Berbasis Pisang. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan PKM Sains, Teknologi, Dan Kesehatan*, 295–302.
- Rahman, T., Sulaiman, N. F., Turmala, E., Andriyansyah, R. C. E., Luthfiyanti, R., & Triyono, A. (2019). Shelflife prediction of biscuits prepared from modified suweg (*Amorphophallus campanulatus* B) flour using Arrhenius model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012035>
- Ryavanki, S. S., & Hemalatha, S. (2018). Accelerated Shelf Life Study of AKJ-1 (Atharga kempu jola) Red Sorghum Flakes Based Low Glycemic Index Snack Bar. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(03), 275–282. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.703.032>
- Salim, M. R. (2014). Aplikasi model Arrhenius untuk pendugaan masa simpan sosis ayam pada penyimpanan dengan suhu yang berbeda berdasarkan nilai TVB dan pH. *Tesis Universitas Pasundan*, 1–71.
- Sarastuti, M., & Yuwono, S. S. (2015). Pengaruh pengovenan dan pemanasan terhadap sifat-sifat bumbu rujak cingur instan selama penyimpanan. In *Jurnal Pangan dan Agroindustri* (Vol. 3, Issue 2, pp. 464–475).
- Sarifudin, A., Eka, R., Surahman, D. N., & Putri, S. K. D. F. A. (2015). Effect of Egg Concentration on Proximate, Water Activity ( $a_w$ ) and Textural Properties of Banana (*Musa paradisiaca*) Snack Bar. *AGRITECH*, 35(1), 1–8.
- Sarifudin, A., Ekafitri, R., Surahman, D. N., & Putri, S. K. D. F. A. (2015). Pengaruh penambahan telur pada kandungan proksimat, karakteristik aktivitas air bebas ( $a_w$ ) dan tekstural snack bar berbasis pisang (*Musa paradisiaca*). *AGRITECH*, 35(1), 1–8.
- Singh, A., & Kumar, P. (2019). Storage stability determination of calorie deficit gluten-free biscuit: Taguchi concern. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(5), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13927>
- Solihin, Muhtarudin, & Sutrisna, R. (2016). Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air kualitas fisik dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(2), 48–54.
- Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R., & Wadhwa, S. (2010). Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chemistry*, 119(4), 1369–1379. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.016>
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), 215–225. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)
- Veggi, N., Voltarelli, F. A., Pereira, J. M. N., Silva, W. C., Navalta, J. W., Cavenaghi, D. F. L. D. C., & Barros, W. M. De. (2018). Quality of high-protein

- diet bar plus chia (*Salvia hispanica* L.) grain evaluated sensorially by untrained tasters. *Food Science and Technology*, 38, 306–312. <https://doi.org/10.1590/fst.22317>
- Wahyuni, S., Holilah, Asranudin, & Noviyanti. (2018). Estimation of shelf life of wikau maombo brownies cake using Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) method with Arrhenius model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012082>
- Yani, A., Wylis Arief, R., & Mulyanti, N. (2013). Processing of banana flour using a local banana as raw materials in Lampung. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 3(4), 289. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.3.4.306>
- Yaptenco, K. F., Pardia, S. N., Duque, J. A. C., & Pangan, R. S. (2017). Moisture sorption isotherms and shelf life prediction for whole dried sandfish (*Holothuria scabra*). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 19(2), 176-186.