

ANALISIS SENSORIS DAN UMUR SIMPAN MAKANAN SELINGAN PREDIABETES BERBASIS TUNA (*Thunnus sp.*) DAN LABU SIAM (*Sechium edule*)

Sensory Analysis and Shelf-Life of A Diabetic Snack Made from Tuna (*Thunnus sp.*) and Chayote (*Sechium edule*)

Toto Sudargo^{1*}, Atika Anif Prameswari¹, Bianda Aulia¹, Tira Aristasari¹, Khusnul Alfionita², Rahadyana Muslichah¹, Alim Isnansetyo², Indun Dewi Puspita², Siti Ari Budhiyanti², Sheila Rosmala Putri²

¹Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada

Jalan Farmako, Senolowo, Sekip Utara, Depok, Sleman, DIY, Indonesia

²Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Kocoran, Depok, Sleman, DIY, Indonesia

*e-mail: toto_sudargo@yahoo.co.id

Submitted: May 25th, 2021, revised: June 26th, 2021, approved: June 29th, 2021

ABSTRACT

Background. Sensory analysis and shelf-life evaluation in the development of food products is essential to ensure product acceptance and safety for consumers. Individuals who have prediabetes have the opportunity to prevent or delay the development of DM if they can improve their lifestyles. Snacks are an essential part of diet management for people with prediabetes, so the amount and type of food ingredients need to consider. **Objective.** This study aimed to analyze and formulate organoleptic properties and shelf-life of a snack product for people with prediabetes. **Method.** This study used an experimental design with a completely randomized design to test the sensory characteristics of four seasoning formulas for a prediabetic snack product. The estimated shelf-life test with the Arrhenius Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) with the thiobarbituric acid (TBA) numerical value approach had carried out on the unseasoned product. The product had stored at different temperatures: 4°C, 27°C, and 45°C. Statistical analysis was performed using the Kruskal Wallis test followed by a Mann Whitney test. **Results.** There were no significant differences between the formulas in the color and aroma parameters. There were, however, significant differences in the parameters of taste, texture, and overall values ($p < 0.05$). The analysis results of the shelf-life prediction test showed that the regression equation in order of 1 was used as an approach to predict the shelf-life of the product. **Conclusion.** The F3 formula (onion powder and salt seasoning) was the majority of preferred prediabetic snacks for color, aroma, taste, and overall parameters. Then, the F2 formula (onion powder seasoning) was the most preferred texture parameter. The predicted shelf-life for this prediabetes snack product at room temperature/normal (30°C) was 80.97 days or 2.69 months.

Keywords: chayote, prediabetes, sensory analysis, shelf-life, tuna

ABSTRAK

Latar Belakang. Uji sensoris dan uji umur simpan pada pengembangan produk pangan diperlukan agar produk yang dihasilkan dapat diterima dan aman bagi konsumen. Individu yang mengalami prediabetes memiliki kesempatan untuk mencegah atau menunda perkembangan terjadinya diabetes melitus (DM) jika dapat memperbaiki pola hidupnya. Makanan selingan adalah bagian penting dalam manajemen pola makan bagi penyandang prediabetes sehingga jumlah dan jenis bahan makanannya perlu dipertimbangkan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merumuskan sifat organoleptik dan umur simpan suatu produk makanan selingan untuk penyandang prediabetes. **Metode.** Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan rancangan acak lengkap untuk menguji karakteristik sensoris empat formula rasa pada produk

makanan selingan prediabetes. Uji pendugaan umur simpan dengan *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) Arrhenius melalui pendekatan nilai angka *thiobarbituric acid* (TBA) dilakukan pada produk yang belum diberi rasa. Produk disimpan pada suhu 4°C, 27°C, dan 45°C. Analisis statistik dilakukan dengan uji *Kruskall Wallis* dilanjutkan uji *Post-Hoc Mann Whitney*. **Hasil.** Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar formula pada parameter warna dan aroma sampel, tetapi terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter rasa, tekstur, dan nilai keseluruhan ($p < 0,05$). Hasil analisis uji pendugaan umur simpan menunjukkan bahwa persamaan regresi pada orde 1 dapat digunakan sebagai pendekatan untuk memprediksi umur simpan makanan selingan untuk prediabetes. **Kesimpulan.** Makanan selingan prediabetes yang paling disukai untuk parameter warna, aroma, rasa, dan penilaian keseluruhan adalah formula F3 (bumbu bubuk bawang dan garam), sedangkan formula F2 (bumbu bubuk bawang) adalah yang paling disukai untuk parameter tekstur. Prediksi umur simpan makanan selingan untuk prediabetes pada suhu ruang/normal 30°C adalah 80,97 hari atau sama dengan 2,69 bulan.

Kata kunci: labu siam, prediabetes, analisis sensoris, umur simpan, tuna

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu penyebab utama dari kejadian morbiditas dan mortalitas dini. Berdasarkan data World Health Organization (WHO), terdapat 200 juta penyandang DM di seluruh dunia dan angka ini akan terus bertambah menjadi 366 juta.¹ Prevalensi penyandang diabetes di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) 2,6 persen pada tahun 2013 dan sebesar 2,4 persen pada tahun 2018.^{2,3} Berdasarkan data Riskesdas 2018, DIY merupakan salah satu provinsi yang menduduki lima besar provinsi yang memiliki prevalensi penyakit DM tertinggi di Indonesia. Penyandang prediabetes sendiri di Indonesia diprediksi sebesar 10 persen dari penduduk di Indonesia.⁴

Prediabetes adalah suatu keadaan yang ditandai dengan gangguan glukosa puasa atau gangguan toleransi glukosa. Menurut data Riskesdas tahun 2018 prevalensi diabetes cukup tinggi pada usia dewasa (45 tahun).³ Penyandang diabetes pada usia dewasa sering tidak menyadari kondisi kesehatannya. Individu yang mengalami prediabetes memiliki kesempatan untuk mencegah atau menunda perkembangan terjadinya DM jika memperbaiki pola hidupnya.⁵ Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kadar glukosa darah adalah menjaga pola makan dan meningkatkan aktivitas fisik.⁶

Makanan selingan merupakan bagian penting dalam manajemen pola makan penyandang prediabetes sehingga jumlah dan jenis bahan makanannya perlu dipertimbangkan. Pengembangan makanan tabur sebagai selingan pasien prediabetes belum banyak diproduksi di Indonesia. Sejalan dengan perkembangan teknologi pangan, upaya yang dilakukan adalah mengembangkan produk makanan tabur dengan mengombinasikan beberapa bahan pangan yang terbukti bermanfaat untuk penyandang prediabetes dalam bentuk makanan selingan. Menurut Perkeni tahun 2015, makanan selingan untuk penyandang diabetes dianjurkan diberikan sebanyak tiga kali dalam sehari dan mengandung 10–15 persen dari kebutuhan kalori dalam sehari.⁷

Produk makanan selingan yang diproduksi diharapkan dapat disimpan dalam waktu cukup lama. Umur simpan adalah jumlah perubahan kualitas dan kondisi lingkungan yang diizinkan untuk dikonsumsi.⁸ Tuna dan labu siam mengandung persentase air yang tinggi. Kadar air yang tinggi menyebabkan umur simpan yang pendek. Semakin tinggi kandungan airnya, semakin tinggi pula mikroorganisme hidup. Nilai *thiobarbituric acid* (TBA) digunakan untuk mengukur oksidasi sekunder terutama *malondialdehyde*, yaitu produk yang berasal dari oksidasi sekunder lemak tak jenuh ganda.^{9,10}

Prinsip analisis ini adalah kecepatan reaksi kimia lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi, sehingga penurunan kualitas pangan dapat terjadi lebih cepat. Selama pemrosesan dan penyimpanan produksi makanan ringan, kualitas nutrisi, dan biokimia bahan berubah. Reaksi oksidasi lemak dan protein dapat memengaruhi rasa dan tekstur melalui proses pemasakan.¹¹ Metode pengemasan dapat memengaruhi oksidasi protein dalam makanan. Selanjutnya, sifat sensori juga dapat berubah selama pemrosesan dan penyimpanan karena reaksi kimia, mikroorganisme, dan biokimia.¹²

Bahan dasar lokal dari pembuatan produk makanan selingan prediabetes yaitu ikan tuna dan labu siam. Indonesia merupakan negara maritim dengan sumber pangan yang beragam. Ikan tuna adalah salah satu jenis ikan laut yang banyak dijumpai, khususnya di Indonesia. Ikan tuna mengandung tinggi protein dan asam lemak esensial. Ikan tuna merupakan makanan sumber asam lemak omega-3 termasuk *docosahexaenoic acid* (DHA) dan *eicosapentaenoic acid* (EPA). Asam lemak omega-3 dapat menurunkan trigliserida dan mengatur metabolisme glukosa. Berdasarkan analisis proksimat, daging ikan tuna mengandung 71,73 persen air, 28,3 persen protein, dan 0,51 persen lemak.¹³

Labu siam merupakan salah satu sayuran yang biasa diolah menjadi berbagai macam masakan di Indonesia. Setiap 100 gram labu siam mengandung 92,3 g air; 0,6 g protein; 0,1 g lemak; 6,2 g serat; 14 mg Ca; 25 mg P; 0,5 mg Fe; 3 mg Na; 167,1 mg K; 0,16 mg Cu; 1 mg Zn; dan 0,6 mg B3.¹⁴ Sebuah penelitian menunjukkan bahwa ekstrak labu siam dengan dosis 0,75 g/kg BB dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar yang diinduksi aloksan.¹⁵ Stimulasi insulin pada sel – β pankreas dapat dirangsang oleh flavonoid dan saponin yang terkandung dalam labu siam.¹⁶

Dalam pengembangan produk diperlukan uji sensoris dan uji umur simpan agar produk yang dihasilkan dapat diterima, aman, dan mendukung kepatuhan konsumsi penyandang prediabetes. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat organoleptik dan umur simpan produk makanan selingan untuk penyandang prediabetes.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain rancangan acak lengkap. Pada penelitian ini terdapat empat formula yaitu perlakuan dengan variasi rasa pada produk makanan selingan prediabetes. Variabel yang diteliti pada penelitian ini yaitu nilai sensoris berupa warna, aroma, tekstur, rasa, dan nilai secara keseluruhan serta prediksi umur simpan pada produk makanan selingan prediabetes.

Pembuatan Makanan Selingan Prediabetes

Makanan selingan dengan bahan dasar ikan tuna dan labu siam pada penelitian ini mengandung energi 373,23 kkal, protein 66,98 g, lemak 8,07 g, karbohidrat 19,42 g, dan serat kasar 7,73 g dalam 100 g produk.¹⁷ Pemberian produk makanan selingan untuk prediabetes ini berbentuk tabur yang diharapkan dapat diberikan kepada pasien dengan berat 40 g/hari dihitung berdasarkan perhitungan kebutuhan energi dalam satu hari untuk makanan selingan, yaitu 120–180 kkal. Dalam 40 g makanan tabur untuk pasien prediabetes mengandung 149,2 kkal yang dapat dikonsumsi dua kali/hari sebagai makanan selingan. Produk makanan selingan prediabetes dapat dikonsumsi dengan cara dicampur dengan makanan pokok atau dimakan langsung.

Produk makanan selingan pasien prediabetes ini dibuat dari dua bahan dasar yaitu ikan tuna dan labu siam. Bahan dasar dari produk diperoleh dari pangan lokal yang ada di sekitar Kota Yogyakarta. Ikan tuna (*Thunnus sp.*) segar

dibersihkan dari duri, insang, kepala, dan bagian tubuh lainnya. Daging ikan tuna dibersihkan dengan air mengalir untuk menghilangkan darah. Setelah itu, daging ikan tuna dikukus hingga matang (± 25 menit). Daging ikan tuna yang sudah kering kemudian dihaluskan hingga membentuk serpihan. Labu siam dikeringkan dengan cara pengovenan pada suhu 55°C selama empat jam. Ikan tuna dan labu siam yang sudah kering kemudian dicampurkan dengan perbandingan 3:1 sebelum diberi bumbu. Perbandingan ini digunakan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya bahwa perbandingan tersebut menunjukkan hasil yang paling baik atas respon glukosa darah puasa pada tikus yang sudah diinjeksi dengan *streptozocotin-nicotinamide* (STZ-Na).¹⁷ Proses pembuatan hingga pengemasan produk makanan selingan pasien prediabetes dilakukan di Laboratorium Perikanan, Fakultas Pertanian UGM.

Formulasi Rasa Makanan Selingan Prediabetes

Formulasi rasa pada produk makanan selingan prediabetes menggunakan bahan dasar bubuk bawang putih, garam, dan merica. Pemilihan penambahan rasa pada empat formula tersebut bertujuan untuk menambah selera penyandang prediabetes dengan mempertimbangkan kebutuhan individu sesuai dengan aturan Perkeni, yaitu anjuran asupan natrium untuk penyandang DM < 2.300 mg/hari.¹⁸ Komposisi dari empat formula makanan selingan prediabetes sebagai berikut:

F1: makanan selingan prediabetes

F2: makanan selingan prediabetes + bubuk bawang putih

F3: makanan selingan prediabetes + bubuk bawang putih + garam

F4: makanan selingan prediabetes + bubuk bawang putih + garam + merica

Tabel 1. Formulasi Rasa

Kode Sampel	Komposisi Rasa (100 g)			
	Bubuk Bawang	Garam	Merica	Ikan Tuna dan Labu Siam
F1	0	0	0	100
F2	4	0	0	100
F3	2	2	0	100
F4	2	1	1	100

Uji Sensoris Makanan Selingan Prediabetes

Uji sensoris penelitian ini menggunakan tujuh skala penilaian, yaitu 1= sangat tidak suka, 2= tidak suka, 3= agak tidak suka, 4= agak suka, 5= suka, 6= sangat suka, dan 7= amat sangat suka untuk parameter warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Penggunaan skala penilaian digunakan untuk mengetahui perbedaan antar formula. Penelitian ini menggunakan 57 panelis semi terlatih dengan kisaran umur 20–25 tahun.

Panelis pada penelitian ini merupakan mahasiswa Gizi Kesehatan UGM yang sudah lulus dalam mata kuliah Teknologi Pangan. Kegiatan uji sensoris ini dilaksanakan di Laboratorium Kuliner Gizi Kesehatan Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan (FKKMK) UGM.

Umur Simpan Model Arrhenius

Metode pendugaan masa simpan produk makanan selingan prediabetes dilakukan pada

produk yang belum diberi bumbu menggunakan metode ASLT. Metode ini menyimpan produk makanan pada tempat/lingkungan yang dapat menyebabkan produk menjadi cepat rusak karena suhu atau kelembapan ruang penyimpanan yang cenderung lebih tinggi.¹⁹ Penentuan umur simpan produk dengan metode ASLT dilakukan dengan cara menyimpan produk pada suhu penyimpanan normal untuk mencari kinetika kerusakan produk. Suhu merupakan faktor kritis yang dapat menyebabkan kerusakan lemak, sehingga suhu digunakan sebagai perlakuan dalam pengujian umur simpan produk.²⁰ Metode ASLT merupakan *indirect method* yaitu pendekatan pendugaan umur simpan dengan metode empiris persamaan Arrhenius yang digunakan untuk produk yang mudah rusak karena adanya reaksi kimia (denaturasi protein, reaksi *maillard*, dan reaksi oksidasi).²¹ Persamaan Arrhenius dapat menggambarkan korelasi antara perubahan parameter kualitas terhadap suhu penyimpanan produk. Pada penyimpanan produk diperlukan setidaknya tiga suhu penyimpanan produk dan rentang waktu pengujian minimal lima titik (satu titik awal penyimpanan, tiga titik tengah penyimpanan, dan satu titik akhir di saat produk diduga telah mengalami kerusakan).^{21,22}

Pada penelitian ini makanan selingan prediabetes pada suhu 4°C dan 45°C disimpan selama 24 hari, sedangkan pada suhu 27°C disimpan selama 30 hari. Untuk masing-masing suhu penyimpanan dilakukan uji penilaian ketengikan, yaitu: pada suhu 4°C dilakukan setiap dua belas hari sekali, suhu 27°C setiap sepuluh hari, dan suhu 45°C setiap delapan hari sekali. Parameter yang dianalisis menggunakan nilai angka TBA. Nilai TBA digunakan untuk melihat derajat oksidasi lipid dalam produk makanan dan menunjukkan laju produk oksidasi sekunder, terutama jenis aldehid dan keton. Senyawa oksidasi sekunder pada produk makanan menyebabkan bau tidak sedap.²³ Persamaan regresi linier yang digunakan dalam

penelitian ini diperoleh dari nilai TBA yang diplot terhadap waktu penyimpanan (hari). Nilai $\ln k$ diplot dibandingkan dengan $1/T$ (K^{-1}) dan diperoleh nilai intersep dan kemiringan dari persamaan regresi linier sebagai berikut: $\ln k = \ln k_0 - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right)$. Umur simpan dari makanan selingan prediabetes dihitung dengan kinetika persamaan orde.

Analisis Angka TBA

Nilai TBA diketahui dengan metode dari Tokur dan Korkmaz tahun 2007.²⁴ Pertama, minyak sebanyak 0,5 g ditambahkan 50 mL *aquades*, lalu ditambahkan kembali 2,5 mL N HCL dan kemudian didestilasi. Hasil destilasi ditampung sampai dengan 50 mL, lalu sebanyak 5 mL dari hasil destilasi tersebut diambil dan ditambahkan dengan 5 mL TBA. Selanjutnya, larutan tersebut dipanaskan selama 30 menit dan kemudian didinginkan. Absorbansi pada proses ini ditera pada panjang gelombang 528 nm.²⁵ Angka TBA dinyatakan dalam mg *malondialdehyde*/kg atau MDA/kg minyak.

Analisis Data

Uji *Kruskall-Wallis* yang dilanjutkan dengan uji *Post-Hoc Mann-Whitney* digunakan untuk menganalisis perbedaan tingkat kesukaan pada uji sensoris. Analisis data pada uji TBA diperoleh dari analisis deskriptif dan statistik menggunakan uji Anova faktorial dilanjutkan dengan uji *Tukey* dengan SPSS versi 20.0. Analisis statistik dinyatakan signifikan apabila $p < 0,05$. Penelitian ini sudah mendapatkan izin dari komisi etik FKMK UGM dengan nomor KE/FK/0951/EC/2020.

HASIL

Uji Sensoris Makanan Selingan Prediabetes

Bagi konsumen, atribut paling penting dalam makanan adalah karakteristik sensori yang mencakup warna, aroma, tekstur, rasa, dan penilaian keseluruhan. Oleh karena itu, penilaian

sensoris perlu dilakukan untuk menentukan sampel yang paling diterima oleh panelis. Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh

57 panelis semi terlatih didapatkan nilai rata-rata dan standar deviasi (SD) parameter warna, rasa, aroma, tekstur, dan keseluruhan uji sensoris.

Tabel 2. Karakteristik Responden Uji Sensoris

Jenis Karakteristik	Frekuensi Responden	
	n	%
Jenis kelamin		
Pria	11	19,3
Wanita	46	80,7
Usia		
20-25 tahun	57	100

Pada uji sensoris makanan selingan prediabetes menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada parameter tekstur, rasa, dan keseluruhan yang signifikan antar formula dapat dilihat dengan nilai ($p < 0,05$).

Nilai rata-rata tertinggi antar formula pada parameter warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan ditunjukkan pada formula F3 dan yang terendah terdapat pada formula F4 (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi (SD) Uji Sensoris

Kode Sampel	Parameter					Rata-Rata
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Keseluruhan	
F1	4,65±0,99 ^a	4,23±1,18 ^a	3,89±1,19 ^{ab}	3,81±1,18 ^a	3,96±1,11 ^a	4,10
F2	4,67±0,89 ^a	4,23±1,29 ^a	4,39±1,09 ^c	4,19±1,28 ^{ab}	4,26±1,07 ^{ab}	4,34
F3	4,68±1,02 ^a	4,33±1,23 ^a	4,19±1,20 ^{bc}	4,63±1,08 ^b	4,63±1,24 ^b	4,49
F4	4,47±0,96 ^a	4,11±1,22 ^a	3,63±1,11 ^a	3,98±1,24 ^a	3,89±1,01 ^a	4,01
<i>p</i>	0,745	0,835	0,003	0,001	0,002	

Data disajikan dalam rata-rata±SD

Uji analisis *Kruskall-Wallis* dan *Post-Hoc Mann-Whitney*.^{a,b,c} *Superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada formula.

F1: Makanan selingan prediabetes tanpa bumbu

F2: Makanan selingan prediabetes dengan bubuk bawang putih

F3: Makanan selingan prediabetes dengan bubuk bawang putih dan garam

F4: Makanan selingan prediabetes dengan bubuk bawang putih, garam, dan merica

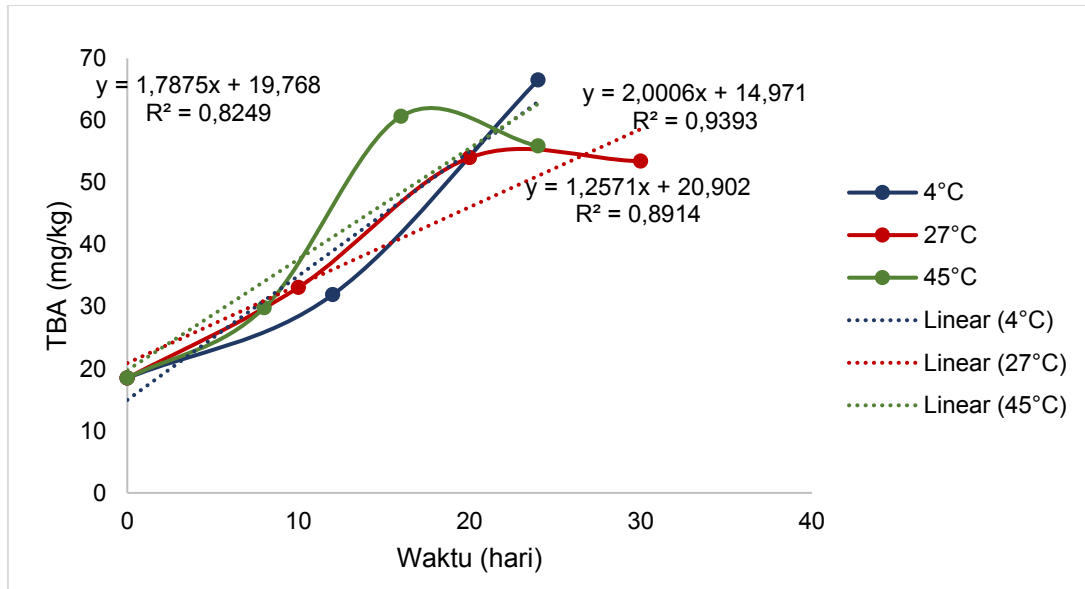
Umur Simpan Makanan Selingan Prediabetes

Uji angka nilai TBA dilakukan pada produk makanan selingan prediabetes yang disimpan di dalam kemasan *retort pouch*. Pengemasan

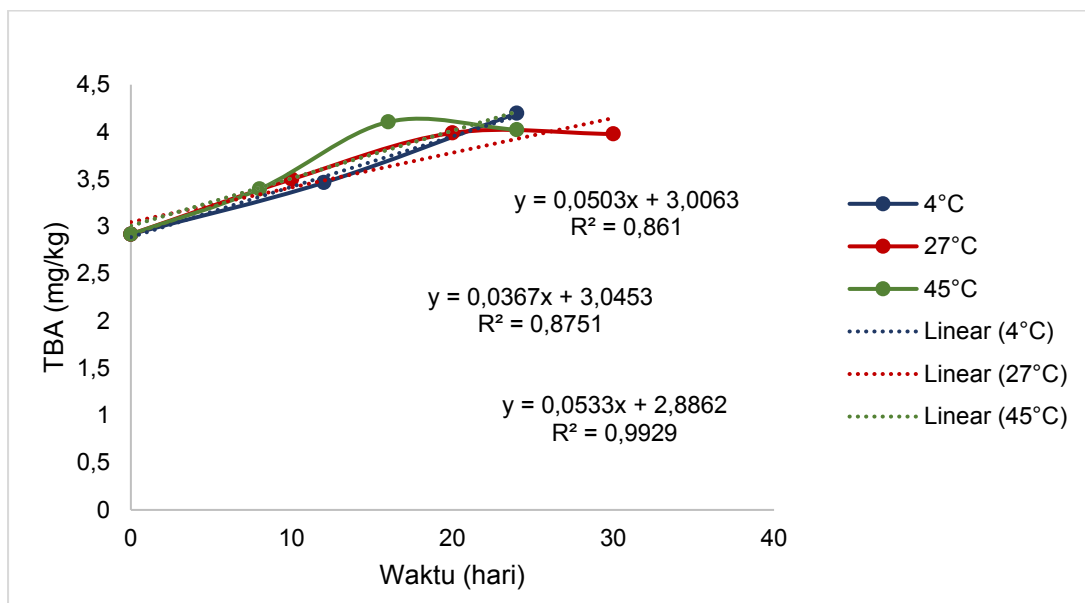
tersebut merupakan salah satu diversifikasi bahwa makanan selingan prediabetes adalah makanan siap saji. Pemilihan orde reaksi pada produk makanan selingan prediabetes dengan

membandingkan R^2 (koefisien determinasi) pada tiap persamaan regresi linier dari reaksi orde satu dan reaksi orde nol pada suhu yang

sama. Hubungan nilai TBA menggunakan orde berdasarkan nilai (R^2) terbesar pada orde nol dan satu (Gambar 2).



(a)



(b)

Gambar 2. Plot Nilai TBA Berdasarkan Waktu Penyimpanan Makanan Selingan Prediabetes pada Suhu 4°C, 27°C, dan 45°C pada Orde nol (a) dan Orde satu (b)

Persamaan hasil regresi linier pada produk makanan selingan prediabetes yang disimpan

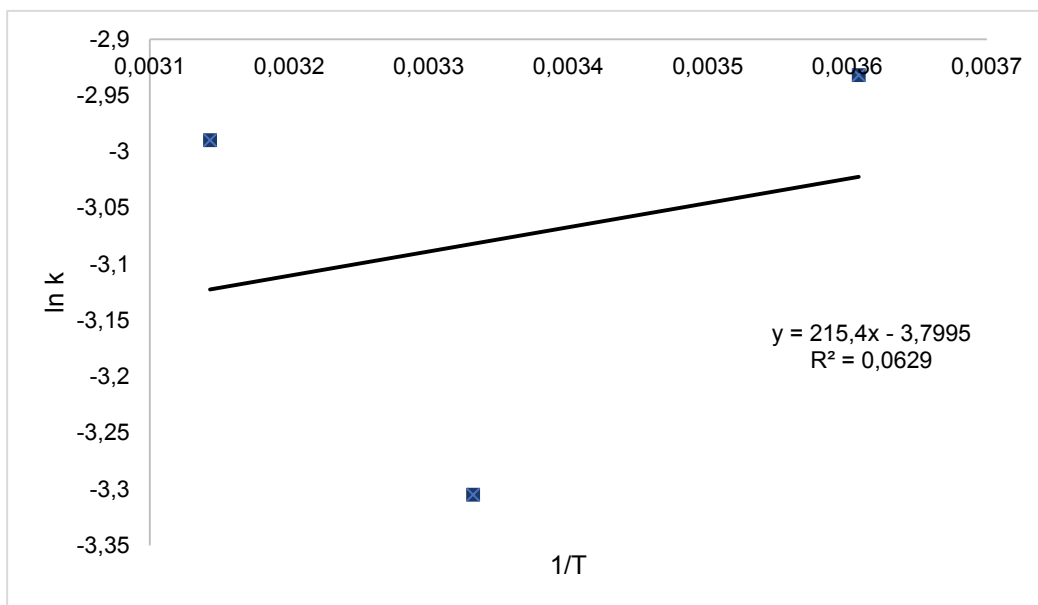
pada suhu 4°C, 27°C, dan 45°C dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persamaan Regresi Linier Nilai TBA pada Orde 0 dan Orde 1

Suhu	Persamaan Regresi Linier	R ²	Persamaan Regresi Linier	R ²
	Orde Nol		Orde Satu	
4°C	Y=0,0161x+0,2163	0,9844	Y=0,0533x+2,8862	0,9929
27°C	Y=0,0258x+0,4392	0,8564	Y=0,0367x+3,0453	0,8751
45°C	Y=0,0069x+0,2659	0,6387	Y=0,0503x+3,0063	0,861

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa nilai R² pada orde satu suhu 4°C lebih besar dibandingkan dengan nilai R² pada orde nol, sehingga dipilih orde satu untuk menentukan persamaan Arrhenius (Tabel 4). Berdasarkan persamaan pada Tabel 4 kemudian diperoleh nilai k (nilai penurunan mutu) yang didapat dari *slope* (kemiringan) masing-masing suhu penyimpanan. Nilai T

adalah suhu mutlak dengan satuan Kelvin dan ln k merupakan hasil perhitungan ln terhadap nilai k. Selanjutnya, nilai k dari masing-masing suhu akan diplot pada plot Arrhenius dengan membandingkan nilai ln k. Plot nilai ln k dan 1/T pada reaksi perubahan nilai TBA produk makanan selingan prediabetes untuk menentukan persamaan Arrhenius ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Plot Arrhenius 1/T dan ln k

Persamaan Arrhenius $\ln k = 215,4 (1/T) - 3,7995$ digunakan untuk menghitung umur simpan makanan selingan prediabetes pada suhu penyimpanan. Semakin besar laju deteriorasi, maka semakin cepat produk rusak dan semakin pendek umur simpan produk. Persamaan Arrhenius dilakukan dengan plot

1/T dan ln k:
 $y = 215,4x - 3,7995$
 pada suhu ruang normal 30°C (303,15 K):
 $\ln k = 215,4 (1/T) - 3,7995$
 $\ln k (303,15) = - 3,7995$
 $k (303,15) = 0,044591$

Nilai *initial* TBA (A1) 18,494 mg/kg dan nilai kritis TBA (A0) sebelumnya sebesar 0,5 mg/kg, maka prediksi umur simpan makanan selingan prediabetes pada suhu 30°C:

$$\begin{aligned} \text{Umur simpan} &: \frac{\ln \frac{A1}{A0}}{k} \\ &: \frac{\ln \frac{18,494}{0,5}}{0,0358} \\ &: 80,97 \text{ hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan prediksi umur simpan makanan selingan prediabetes yaitu 80,97 hari atau sama dengan 2,69 bulan.

PEMBAHASAN

Uji Sensoris Makanan Selingan Prediabetes

Parameter warna merupakan parameter yang penting dalam menilai tingkat penerimaan konsumen. Hal tersebut terjadi karena konsumen menilai suatu produk dengan melihat warna dari produk. Warna bahan dasar dari makanan selingan prediabetes pada penelitian ini, yaitu ikan tuna dan labu siam, mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan dikarenakan proses pengovenan. Pada proses ini ikan tuna dan labu siam mengalami reaksi *maillard*. Reaksi *maillard* merupakan reaksi yang terjadi antara karbohidrat, yaitu pada gula pereduksi dengan gugus amina primer yang berasal dari bahan dasar sehingga menghasilkan warna coklat.²⁶ Penilaian rasa dapat dilihat pada tingkat rasa bahan baku dan keasinan dari produk. Rasa pada produk dipengaruhi oleh suhu, konsentrasi, dan interaksi dengan komponen rasa yang ada pada produk lainnya.^{27,28} Aroma pada produk makanan selingan prediabetes berasal dari kandungan lemak dan memiliki sifat menguap saat dipanaskan. Parameter tekstur dinilai dari kelembutan bahan dasar dan tekstur yang berasal dari bumbu yang diberikan pada produk.

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antarformula pada parameter warna dan

aroma sampel, namun terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter rasa, tekstur, dan penilaian keseluruhan ($p < 0,05$). Rata-rata penilaian uji sensoris pada empat formula untuk makanan selingan prediabetes memiliki nilai 4,01–4,49. Formula F3 memiliki nilai penerimaan terbaik oleh panelis (makanan selingan dengan bubuk bawang putih dan garam) dengan rata-rata nilai 4,49. Sedangkan formula yang memiliki penerimaan yang kurang baik adalah F4, yaitu makanan selingan prediabetes dengan bumbu bubuk bawang putih, garam, dan merica (Tabel 3). Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai formula yang mengandung garam dan tanpa menggunakan merica pada makanan selingan prediabetes. Kesimpulan ini juga sejalan dengan pandangan panelis yang menyatakan bahwa panelis lebih menyukai rasa yang cenderung asin. Saran yang diberikan oleh panelis bagi peneliti diantaranya memperbaiki tekstur makanan selingan prediabetes karena dinilai masih kurang lembut sehingga diperlukan sedikit perbaikan agar konsumen tidak terangsang untuk batuk atau tersedak. Selain dari tingkat sensori, penilaian terhadap warna, rasa, aroma, tekstur, dan keseluruhan merupakan penilaian subjektif dari panelis penelitian setelah adanya rangsangan.²⁹

Umur Simpan Makanan Selingan Prediabetes

Parameter kerusakan yang digunakan untuk menentukan umur simpan produk makanan selingan prediabetes adalah kadar TBA dalam penentuan ketengikan produk pada waktu penyimpanan berlangsung. Ketengikan pada bahan makanan akan terjadi selama penyimpanan minyak dan lemak mengalami proses oksidasi yang akan menghasilkan komponen seperti aldehid, keton, dan asam lemak bebas.²³ Nilai TBA dapat meningkat dengan meningkatnya suhu dan waktu. Hal ini disebabkan oleh oksidasi lemak pada produk pangan.³⁰ Peningkatan nilai TBA pada sampel yang dimasak merupakan kejadian dari

pembentukan *malondialdehyde* (MDA) yang merupakan produk oksidasi sekunder yang diperoleh dari dekomposisi hidroperoksida.³¹ Selain itu, senyawa oksidasi sekunder menyebabkan bau yang tidak sedap pada daging.²³

Pada Gambar 2, terlihat bahwa hasil TBA pada makanan selingan prediabetes meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Nilai TBA meningkat setelah hari ke 5 penyimpanan. Peningkatan yang terjadi diakibatkan oleh adanya peningkatan oksidasi asam lemak dan peroksidasi lipid secara bersamaan selama penyimpanan.³² Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Bozkurt dan Erkmen³³ bahwa kadar TBA dipengaruhi oleh waktu penyimpanan sejalan dengan penelitian mereka dengan mengamati nilai TBA yang meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan fermentasi sosis kering Turki. Selain lama penyimpanan, nilai TBA dapat dipengaruhi oleh kondisi pengemasan aerobik yang dapat mempercepat oksidasi lipid pada daging.³⁴ Nilai TBA tertinggi terdapat pada makanan selingan prediabetes dengan suhu penyimpanan 4°C. Pada umumnya, kadar TBA 2 mg *malondialdehyde* (MDA/g) daging dianggap dapat dikonsumsi.³⁵ Penilaian dari uji TBA untuk menentukan MDA adalah metode yang digunakan untuk menilai oksidasi lipid dalam produk makanan karena sensitivitas dan prosedur yang relatif sederhana.³⁶ Uji nilai TBA terdiri dari reaksi antara MDA dan TBA yang dihasilkan dari dekomposisi lipid hidroperoksida untuk membentuk kompleks berwarna merah muda dengan absorbansi pada panjang gelombang 528 nm.³⁷

Pada model Arrhenius, faktor yang sangat memengaruhi perubahan mutu produk terdapat pada suhu. Produk disimpan pada suhu 4°C, 27°C, dan 45°C serta pada setiap 12, 10, dan delapan hari akan dilakukan pengujian ketengikan. Penentuan umur simpan produk ditentukan dengan nilai terbesar pada R² pada grafik ketengikan. Pada perhitungan prediksi umur simpan menunjukkan bahwa makanan

selingan prediabetes dapat disimpan hingga 80,97 hari atau sama dengan 2,69 bulan. Produk makanan yang disimpan dalam *retort pouch* dapat disimpan hingga 18 bulan pada suhu kamar tanpa perlu adanya penambahan bahan pengawet.³⁸

KESIMPULAN

Pada uji sensoris, formula makanan selingan untuk prediabetes yang paling disukai pada parameter warna, aroma, rasa, dan keseluruhan terdapat pada formula F3 (bubuk bawang dan garam), dan untuk parameter tekstur terdapat pada formula F2 (bubuk bawang), serta untuk rata-rata yang paling baik atau paling disukai oleh panelis adalah formula F3. Prediksi umur simpan makanan selingan untuk prediabetes pada suhu ruang/normal 30°C adalah 80,97 hari atau sama dengan 2,69 bulan.

SARAN

Diperlukan pengujian lebih lanjut tentang keamanan dari produk makanan selingan prediabetes, seperti uji mikrobial dan Angka Lempeng Total (ALT) untuk mengetahui batas aman konsumsi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada mahasiswa S1 Gizi dan Kesehatan FKKMK UGM yang sudah bersedia menjadi responden serta Kemenristekdikti yang sudah memberikan dana melalui hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Roglic G. WHO Global Report on Diabetes: A Summary. *Int J Non-Commun Dis.* 2016; 1(1):3-8.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. *Riset Kesehatan Dasar 2013*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan; 2013.
3. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Laporan Nasional Riskesdas

2018. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan; 2018.
- Soewondo P, Pramono LA. Prevalence, Characteristics, and Predictors of Pre-diabetes in Indonesia. *Med J Indones*. 2011;20(4):283–94.
 - Brannick B, Dagogo-Jack S. Prediabetes and Cardiovascular Disease: Pathophysiology and Interventions for Prevention and Risk Reduction. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2018;47(1):33–50.
 - CDC. New CDC Report: More than 100 million Americans have Diabetes or Prediabetes. 2017. Diunduh dari: <https://www.cdc.gov/media/releases/2017/p0718-diabetes-report.html>, tanggal 1 Mei 2021.
 - Soelistijo SA, Lindarto D, Decroli E, Permana H, Sucipto KW, Kusnadi Y, et al. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia. Jakarta: PB PERKENI; 2019.
 - Khairunnisa A, Suyatma NE, Adawiyah DR. Label Time-Temperature Indicator Menggunakan Campuran Minyak Nabati untuk Memonitor Mutu Mikrobiologi Susu Pasteurisasi. *J Teknol dan Ind Pangan*. 2018;29(2):195–200.
 - Iqbal S, Bhangar MI. Stabilization of Sunflower Oil by Garlic Extract during Accelerated Storage. *Food Chem*. 2007;100(1):246–54.
 - Djikeng FT, Selle E, Morfor AT, Tiencheu B, Touko BAH, Boungo GT, et al. Effect of Boiling and Roasting on Lipid Quality, Proximate Composition, and Mineral Content of Walnut Seeds (*Tetracarpidium conophorum*) Produced and Commercialized in Kumba, South-West Region Cameroon. *Food Sci Nutr*. 2018;6(2):417–23.
 - Orlien V, Bolumar T. Biochemical and Nutritional Changes during Food Processing and Storage. *Foods*. 2019;8(10):494.
 - Yadav U, Singh RRB, Arora S. Evaluation of Quality Changes in Nutritionally Enriched Extruded Snacks during Storage. *J Food Sci Technol*. 2018;55(10):3939–48.
 - Hadinoto S, Idrus S. Proporsi dan Kadar Proksimat Bagian Tubuh Ikan Tuna Ekor Kuning (*Thunnus albacares*) dari Perairan Maluku. *Majalah BIAM*. 2018;14(2):51-57.
 - Kementerian Kesehatan RI. Data Komposisi Pangan Indonesia – Beranda. 2017. Diunduh dari: <https://www.panganku.org/id-ID/beranda>, tanggal: 1 Mei 2021.
 - Senoadji AW. Pengaruh Pemberian Ekstrak Buah Labu Siam (*Sechium edule*) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar yang Diinduksi Aloksan. *JNH (Journal Nutr Heal)*. 2019;7(3):21-8.
 - Maity S, Firdous S, Debnath R. Evaluation of Antidiabetic Activity of Ethanolic Extract of *Sechium edule* Fruits in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *World J Pharm Pharm Sci*. 2013;2(5):3612–21.
 - Sudargo T, Aulia B, Prameswari AA, Isnansetyo A, Puspita ID, Budiyantri SA, et al. Effect of Administration of CHAGURO Made of Chayote (*Sechium edule*) and Tuna (*Thunnus sp.*) on Rats Induced with Streptozotocin-Nicotinamide and A High-Fat Diet. *Curr Res Nutr Food Sci*. 2021;9(1):258–66.
 - Soelistijo SA, Novida H, Rudijanto A, Soewondo P, Suastika K, Manaf A. *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 1 di Indonesia 2015*. Jakarta: PERKENI; 2015.
 - Xie H, Zhou D, Hu X, Liu Z, Song L, Zhu B. Changes in Lipid Profiles of Dried Clams (*Macra chinensis Philippi* and *Ruditapes philippinarum*) during Accelerated Storage and Prediction of Shelf Life. *J Agric Food Chem*. 2018;66(29):7764–74.
 - Phimolsiripol Y. Shelf Life Determination of Frozen Bread Dough. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 2009;43:197:187–97.
 - Haouet MN, Tommasino M, Mercuri ML, Benedetti F, Di Bella S, Framboas M, et al. Experimental Accelerated Shelf Life

- Determination of A Ready-to-Eat Processed Food. *Ital J Food Saf.* 2018;7(4):189–92.
22. Harris H, Fadli M. Penentuan Umur Simpan (*Shelf Life*) Pundang Seluang (*Rasbora sp*) yang Dikemas Menggunakan Kemasan Vakum dan Tanpa Vakum. *Jurnal Saintek Perikanan.* 2014;9(2):53–62.
 23. Mazandrani HA, Javadian SR, Bahram S. The Effect of Encapsulated Fennel Extracts on The Quality of Silver Carp Fillets during Refrigerated Storage. *Food Sci Nutr.* 2016;4(2):298–304.
 24. Tokur B, Korkmaz K. The Effects of An Iron-Catalyzed Oxidation System on Lipids and Proteins of Dark Muscle Fish. *Food Chem.* 2007;104(2):754–60.
 25. Devasagayam TPA, Boloor KK, Ramasarma T. Methods for Estimating Lipid Peroxidation: An Analysis of Merits and Demerits. *Indian Journal of Biochemistry and Biophys.* 2003;40:300-8.
 26. Simpson BK, Nollet LML, Toldrá F, Benjakul S, Paliyath G, Hui YH. *Food Biochemistry and Food Processing: Second Edition.* Iowa: A John Wiley & Sons, Ltd, Publication;2012.
 27. Juniar EP. Pembuatan Abon Berbahan Dasar Bekicot (*Achatina fulica bowd*) dan Jerami Nangka (*Artocarpus heterophyllus Lmk*) sebagai Pangan Alternatif Sumber Protein dan Tinggi Serat. *Skripsi.* Bogor: Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor, 2013.
 28. Tarwendah IP. Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2017;5(2):66–73.
 29. Wagiyono. *Menguji Kesukaan secara Organoleptik.* Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional;2003.
 30. Sainsbury J, Grypa R, Ellingworth J, Duodu KG, De Kock HL. The Effects of Antioxidants and Shelf Life Conditions on Oxidation Markers in A Sunflower Oil Salad Dressing Emulsion (SOSDE). *Food Chem.* 2016;213:230–7.
 31. Womeni HM, Djikeng FT, Anjaneyulu B, Karuna MSL, Prasad RBN, Linder M. Oxidative Stabilization of RBD Palm Olein Under Forced Storage Conditions by Old Cameroonian Green Tea Leaves Methanolic Extract. *NFS J.* 2016;3:33–40.
 32. Nayeem M, Chauhan K, Khan MA, Siddiqui M, Siddiqui H. Development and Shelf Life Studies of Buffalo Meat Sausages Incorporated with Foxtail Millet (*Setaria italica*). *Int J Chem Stud.* 2017;5(3):648–54.
 33. Bozkurt H, Erkmén O. Effect of Nitrate/Nitrite on The Quality of Sausage (Sucuk) during Ripening and Storage. *J Sci Food Agric.* 2004;84(3):279–86.
 34. Okolie NP, Okugbo OT. A Comparative Study of Malondialdehyde Contents of Some Meat and Fish Samples Processed by Different Methods. *JPSI.* 2013;2(4):26-9.
 35. Reitznerová A, Uleková M, Nagy J, Marcinčák S, Semjon B, Čertík M, et al. Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectrophotometric Method and Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Molecules.* 2017;22(1988):1-12.
 36. Soglia F, Baldi G, Petracci M. Effect of The Exposure to Oxidation and Malondialdehyde on Turkey and Rabbit Meat Protein Oxidative Stability. *J Food Sci.* 2020;85(10):3229–36.
 37. Ates M, Sahili YC, Korkmaz V. Determination of the Level of Malondialdehyde Forming as A Result of Oxidative Stress Function in Fish. *International Journal of Science and Research (IJSR).* 2018;7(4):133–6.
 38. Varalakshmi K, Devadason P, Babji Y, Rajkumar RS. Retort Pouch Technology for Ready to Eat Products – An Economic Analysis of Retort Processing Plant. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS).* 2014;7(1):78–84.