

UMUR SIMPAN DAN KADAR ZAT BESI (Fe) *FISH CRACKERS* DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG KACANG HIJAU (*Vigna Radiata*)

Hikmawati Mas'ud¹, Manjilala¹, Zakaria¹, Syamsu Alam²

¹ Dosen Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Makassar

² Alumni Sarjana Terapan, Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Makassar

Email: alamtomandar@gmail.com/0813-4202-0876

ABSTRACT

Fish crackers are one of the developments in crackers made from anchovy fish which can be enriched with vegetable protein and iron by adding green bean flour (vigna radiata). It is hoped that this effort can become a PMT for KEK pregnant women. This study aims to assess the shelf life and iron (Fe) content of fish crackers with the addition of green bean flour. Shelf life is determined using the Accelerated Shelf Life Test (ASLT) method which is carried out by accelerating the degradation process, namely by increasing the storage temperature. Fish crackers were stored for 14 days at temperatures of 250C, 350C and 450C with sensory test parameters (color, aroma and texture) and water content parameters, while iron content was determined using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) test. The research results show that the largest correlation value (R²) used to determine shelf life is the color parameter with a linear equation, namely $y = -1234.7x + 1.8501$, $R^2 = 0.9925$. The shelf life of fish crackers is at 250C for 14 days, 350C for 12 days, and at 450C for 11 days. The test results for iron (Fe) levels were found to be 9.03 mg per 100 grams of fish crackers.

Keywords: Shelf Life, Fish Crackers, Green Bean Flour, Iron (Fe)

ABSTRAK

Fish crackers merupakan salah satu pengembangan crackers berbahan dasar ikan teri yang dapat diperkaya dengan protein nabati dan zat besi dengan penambahan tepung kacang hijau (vigna radiata). Upaya ini diharapkan dapat menjadi PMT bagi ibu hamil KEK. Penelitian ini bertujuan untuk menilai umur simpan dan kandungan zat besi (Fe) fish crackers dengan penambahan tepung kacang hijau. Umur simpan ditentukan dengan menggunakan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) yang dilakukan dengan mempercepat proses degradasi yaitu dengan meningkatkan suhu penyimpanan. Fish crackers disimpan selama 14 hari pada suhu 25⁰C, 35⁰C dan 45⁰C dengan parameter uji sensori (warna, aroma dan tekstur) dan parameter kadar air, sedangkan kadar zat besi ditentukan dengan uji Atomic Absorption Spektrofotometr (AAS). Hasil penelitian nilai korelasi (R²) paling besar yang digunakan menentukan umur simpan yaitu parameter warna dengan persamaan linear yaitu $y = -1234,7x + 1,8501$, $R^2 = 0,9925$. Umur simpan fish crackers yaitu pada suhu 25⁰C selama 14 hari, suhu 35⁰C selama 12 hari, dan pada suhu 45⁰C selama 11 hari. Hasil uji kadar zat besi (Fe) diketahui sebanyak 9,03 mg setiap 100 gr fish crackers.

Kata Kunci : Umur Simpan, Fish Crackers, Tepung Kacang Hijau, Zat Besi (Fe)

PENDAHULUAN

Crackers merupakan makanan yang populer untuk semua usia. Karbohidrat dan gula yang tinggi membuat *crackers* sering digunakan sebagai camilan atau sarapan. Namun, kandungan protein pada beberapa jenis *crackers* yang tersedia di pasaran sangat rendah, yakni hanya mencukupi 5-8% dari asupan konsumsi protein harian. Hal ini dikarenakan tepung terigu yang merupakan bahan utama pembuatan *crackers* berasal dari gandum yang rendah protein dan kalsium (Ernisti, Riyadi and Jaya, 2018).

Secara umum, produk *crackers* mengandung banyak lemak dan natrium, namun rendah protein dan zat besi. Penambahan atau substitusi bahan yang mengandung lebih banyak protein dan zat besi akan meningkatkan nilai gizi *crackers* (Hendrayati et al., 2022).

Salah satu pengembangan *crackers* adalah *fish crackers* dengan bahan utama yang digunakan adalah tepung ikan. Hasil penelitian Theresia Dewi, dkk (2020) menjelaskan bahwa *fish crackers* merupakan salah satu pilihan makanan dalam bentuk snack berbahan dasar ikan teri. *Fish crackers* sangat mudah dibuat dengan bahan dasar yang sangat mudah didapatkan di pasaran. *Fish crackers* memiliki tekstur kering, renyah, memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, dan aman dikonsumsi karena telah mengacu pada mutu biskuit SNI 2973-2011 namun kandungan serat belum memenuhi standar. Formulasi tepung ikan teri yang ideal dan disukai pada *fish crackers* adalah 40% (Hendrayati, Dewi and Nursalim, 2020).

Fish crackers merupakan snack berbahan dasar sumber protein hewani. Upaya untuk meningkatkan keanekaragaman konsumsi pangan dan zat gizi pada *fish crackers* yaitu pemanfaatan pangan lokal yang memiliki nilai gizi

protein nabati dan kandungan zat besi. Salah satu sumber protein nabati dan zat besi tinggi berbahan lokal yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia adalah kacang hijau. Studi yang dilakukan oleh Roifah, dkk (2019) menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang hijau dan tepung ikan tuna dalam biskuit PMT Ibu Hamil memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar air, abu, protein, lemak, zat besi dan energi, namun tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar karbohidrat (Roifah, Razak and Suwita, 2019).

Kacang hijau mengandung zat besi yang cukup tinggi, yaitu sekitar 6,7 mg dalam setiap 100 gramnya. Mengonsumsi 2 cangkir kacang hijau dapat menutupi 50% kebutuhan harian zat besi. Selain itu, konsumsi kacang hijau juga dapat meningkatkan kadar hemoglobin darah dalam waktu 2 minggu (Nisa et al., 2020).

Fish crackers dengan formula tepung ikan dan tepung kacang hijau diharapkan mampu meningkatkan kandungan zat gizi *crackers* terutama protein dan zat besi. Kandungan zat besi yang terdapat pada kacang hijau diharapkan dapat membantu meningkatkan kadar Hemoglobin (Hb) ibu hamil dan mencegah anemia pada kehamilan. Hasil penelitian Amelia (2016), menunjukkan bahwa secara signifikansi pemberian minuman kacang hijau menyebabkan peningkatan Hemoglobin darah (Amalia, 2016). Hal senada ditemukan oleh Choirunissa dan manurung (2020) bahwa pemberian sari kacang hijau pada ibu hamil menyebabkan kadar Hemoglobinnya mengalami peningkatan (Choirunissa and Manurung, 2020).

Masalah gizi utama pada semua kelompok umur terutama ibu hamil adalah kekurangan zat besi (anemia). Anemia merupakan kondisi dimana

kadar Hb seseorang kurang dari 10g/dL. Anemia pada ibu hamil terjadi karena zat besi dibutuhkan bukan hanya untuk pembentukan sel darah merah pada ibu hamil, namun juga untuk pembentukan sel darah merah pada janin. Anemia pada ibu hamil dapat meningkatkan resiko kematian pada saat melahirkan, pertumbuhan sel-sel otak anak terganggu, sehingga berdampak pada berkurangnya kecerdasan anak (Fathonah, 2016).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan pengembangan produk makanan *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau dalam bentuk *fish crackers* dengan melihat umur simpan dan menguji kandungan zat besi (Fe) *fish crackers* untuk mengatasi anemia pada ibu hamil. Formula tepung kacang hijau yang terpilih pada penelitian ini adalah formula terbaik hasil penelitian daya terima *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau yang dilakukan oleh Hajirah (2023), yakni 40%. Adapun formula *fish crackers* yang digunakan merupakan formula terbaik hasil penelitian yang dilakukan oleh Hendrayati, dkk (2020) dengan formula tepung ikan 40%.

METODE

Desain, Tempat, dan Waktu

Adapun desain penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif dengan menggunakan analisis laboratorium untuk menilai kandungan gizi dan umur simpan *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau.

Pengujian umur simpan pada penelitian ini menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) model Arrhenius dengan parameter uji yaitu menggunakan indikator sensoris (warna, aroma, tekstur) dan kadar air.

Persamaan penentuan umur simpan jika reaksi berlangsung pada ordo nol adalah: $t_s = N_0 - N_t/k$. Apabila reaksi berlangsung pada ordo satu, maka persamaan reaksinya adalah: $t_s = \ln(N_0 - N_t)/k$. Sedangkan kadar zat besi (Fe) menggunakan uji *Atomic Absorption Spektrofotometr* (AAS).

Pembuatan dan penyimpanan produk *crackers* dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Teknologi Pangan dan Laboratorium Kuliner, Kampus Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Makassar. Uji sensori *crackers* dilakukan di Laboratorium Organoleptik Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Makassar. Uji Kadar Air dilakukan di Laboratorium Quality Control SMK-SMTI Makassar. Sedangkan uji kadar Zat Besi (Fe) dilakukan Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli s.d Desember 2023.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung terigu, tepung ikan teri, tepung tapioka, tepung kacang hijau, margarin, keju, telur, gula pasir, garam, ragi, vanili dan susu *full cream*. Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah baskom, saringan, timbangan, ayakan, *blender*, nampan, sendok, panci/kukusan, kompor, oven, talang, cetakan kue, penggilingan kue, kemasan/wadah penyimpanan, inkubator dengan suhu berbeda (35°C dan 45°C), stiker label, timbangan digital, dan kemasan aluminium foil.

Langkah-Langkah Penelitian

1. Pembuatan Tepung Ikan Teri

Ikan dibersihkan dari kotoran kemudian dilumuri air jeruk nipis untuk menghilangkan bau amis ikan kemudian dibersihkan kembali. Ikan

yang telah dibersihkan ditimbang untuk mengetahui berat bahan kemudian direbus selama 30 menit. Ikan yang telah direbus ditiriskan dan dipres untuk menghilangkan kandungan air dan lemak pada ikan, proses pengepresan ikan akan mempengaruhi mutu tepung ikan yang dihasilkan. Selanjutnya ikan dikeringkan dengan menggunakan oven/alat pengering selama 6 jam dalam suhu 55°C. Setelah kering sempurna, dihaluskan menggunakan blender atau alat penepungan. Setelah dihaluskan, tepung ikan diayak menggunakan ayakan 60 mesh untuk mendapatkan tekstur tepung ikan sesuai keinginan, tepung ikan siap digunakan.

2. Pembuatan Tepung Kacang Hijau

Kacang hijau disortir dan ditimbang untuk mengetahui berat awal kemudian dicuci bersih menggunakan air mengalir. Setelah dibersihkan kacang hijau direndam selama 6 jam, lalu dibersihkan kembali kemudian tiriskan untuk menghilangkan kelebihan air. Kacang hijau disebar di atas talang kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 55°C selama 7 jam hingga benar-benar kering. Kacang hijau yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender. Selanjutnya tepung kacang hijau diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh. Tepung kacang hijau siap digunakan.

3. Pembuatan *Fish Crackers*

Alat dipersiapkan dan timbang bahan. Tepung terigu, tepung tapioka, tepung ikan dan tepung kacang hijau di campur dalam wadah dan diaduk hingga rata (bahan A). Margarin, keju, susu, gula, garam, vanilli, telur dicampur dan aduk hingga rata (bahan B).

Bahan A ditambahkan dengan baking powder kemudian diaduk hingga rata, selanjutnya ditambahkan bahan B dan diaduk sambil dituangkan air sedikit demi sedikit, kemudian uleni adonan hingga kalis. Adonan difermentasi selama 30 menit, setelah difermentasi selanjutnya dipipihkan menggunakan alat pemipih sambil melakukan proses dust filling sebanyak 3 kali. Bahan dust filling berupa campuran tepung terigu, baking powder dan garam. Adonan dicetak sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan dan berikan pori-pori/lubang kecil pada adonan dengan menggunakan garpu. Adonan yang telah dicetak, disusun kedalam talang kemudian di oven dengan suhu 160°C selama 20 menit. Crackers yang telah matang diangkat dan didinginkan. Setelah proses pendinginan crackers siap di konsumsi, untuk penyimpanan crackers dapat dikemas atau disimpan dalam wadah tertutup dan kedap udara.

4. Penentuan Umur Simpan

Penentuan umur simpan *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau yang diperoleh dengan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) model Arrhenius. Pengujian dilakukan dengan cara produk disimpan pada suhu 25°C, 35°C dan 45°C selama 14 hari. Pengamatan dilakukan setiap hari ke- 0, 4, 7, dan 14 untuk setiap suhu penyimpanan. Parameter yang diuji untuk pendugaan umur simpan metode ASLT model Arrhenius yaitu menggunakan data uji sensoris (tekstur, aroma, penampakan) dan uji kadar air.

Umur simpan ditentukan berdasarkan umur simpan paling pendek diantara parameter sensori

(tekstur, aroma, penampakan) dan kadar air yang disesuaikan dengan orde reaksi yang ditentukan.

Penentuan orde reaksi berdasarkan data perubahan mutu selama penyimpanan dengan memplotkan data perubahan mutu mengikuti orde reaksi nol dan orde reaksi satu kemudian dibuat persamaan regresi linearnya. Orde reaksi terpilih adalah orde reaksi dengan nilai R^2 terbesar.

Perhitungan terhadap nilai k (konstanta penurunan mutu) berdasarkan orde reaksi terpilih. Perhitungan terhadap nilai E_a (energi aktivasi) dengan memplotkan data antara $1/T$ (K-1) dengan nilai $\ln k$ dari k (konstanta perubahan mutu) yang telah dihitung sebelumnya. Plot data antara suhu penyimpanan $1/T$ dan $\ln k$ akan menghasilkan persamaan regresi linear. Persamaan tersebut kemudian diterapkan pada persamaan Arrhenius yaitu

- **$k = k_0 \cdot e^{-E/RT} \rightarrow \text{orde 0}$**
- **$\ln k = \ln k_0 - (E_a/RT) \rightarrow \text{Orde 1}$**
dimana $\ln k_0$ = intercept, E_a/R = slope, E_a = energi aktivasi, dan R = konstanta gas ideal (1,986 kal/mol).

Setelah nilai k diketahui berdasarkan orde reaksi, umur simpan *crackers* dihitung dengan menggunakan persamaan kinetika reaksi berdasarkan orde reaksinya:

- **Orde 0 $\rightarrow t = (N_0 - N_t)/k$,**
- **Orde 1 $\rightarrow t_s = \ln(N_0 - N_t)/k$,**
dimana t adalah umur simpan.

5. Analisis Kadar Zat Besi

Analisis kadar zat besi (Fe) akan dilakukan di Balai Besar

Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar.

HASIL

1. Umur Simpan

a. Penentuan Ordo Reaksi

Metode yang digunakan untuk penentuan umur simpan adalah metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASTL). Metode ini dapat dilakukan lebih cepat dengan nilai keakuratan yang tinggi karena produk disimpan pada kondisi lingkungan yang dapat mempercepat kerusakan atau penurunan kualitas.

Penentuan umur simpan metode ASTL dilakukan dengan pendekatan *Arrhenius*. Suhu yang digunakan dibedakan menjadi 3 kondisi yang berbeda, yaitu 25°C, 35°C dan 45°C. Adapun parameter uji yang digunakan yaitu, parameter sensori (warna, aroma dan tekstur) dan parameter kadar air. Penyimpanan dilakukan selama 14 hari, dengan 5 kali pengujian, yaitu pengujian pada hari ke-0, hari ke-4, hari ke-7, hari ke-11, dan hari ke-14.

1) Parameter Warna

Tingkat penerimaan produk pangan dari kenampakan sangat dipengaruhi oleh perubahan warna, sehingga perubahan warna dijadikan indikator perubahan mutu suatu produk.

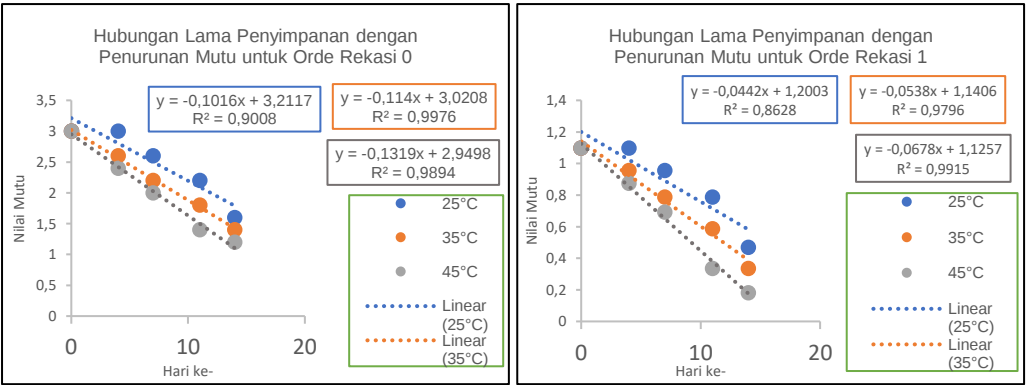
Tabel 01.
Perubahan Kesukaan Warna *Fish Crackers* Selama Penyimpanan pada Suhu yang berbeda

Parameter	Pengujian Hari ke-	Kesukaan Terhadap Warna (Suhu)		
		25 ⁰ C	35 ⁰ C	45 ⁰ C
Warna	0	3	3	3
	4	3	2,6	2,4
	7	2,6	2,2	2
	11	2,2	1,8	1,4
	14	1,6	1,4	1,2

Sumber : Data Primer, 2023

Perubahan derajat kesukaan parameter warna terhadap produk *Fish Crackers* selama masa penyimpanan dengan suhu yang berbeda. Penurunan kualitas produk dari segi warna berbeda selama 14 hari penyimpanan pada masing-

masing suhu penyimpanan. Penurunan derajat penerimaan produk yang disimpan pada suhu 25⁰C menjadi 1,6; penyimpanan pada suhu 35⁰C menjadi 1,4; dan penyimpanan pada suhu 45⁰C menjadi 1,2.



Grafik 01. Hubungan Penurunan Skor Warna terhadap Waktu untuk Ordo 0 dan Ordo 1

Berdasarkan grafik 01 di atas, didapatkan nilai korelasi (R^2) ketiga suhu parameter warna, dimana nilai R^2 Ordo 0 lebih besar dari Ordo 1, sehingga Ordo 0 terpilih untuk ditentukan persamaan Arrhenius.

2) Parameter Aroma
Parameter aroma menentukan penerimaan suatu produk karena aroma atau rangsangan bau menjadi implus yang akan menuju ke syaraf penciuman dan akan menggambarkan ciri atau karakter suatu produk.

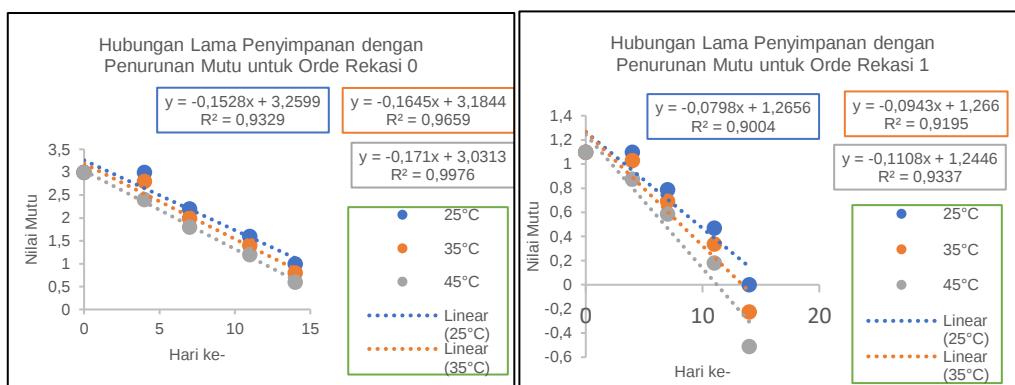
Tabel 02.
Perubahan Kesukaan Aroma *Fish Crackers* Selama Penyimpanan pada Suhu yang berbeda

Parameter	Pengujian Hari ke-	Kesukaan Terhadap Aroma (Suhu)		
		25 ⁰ C	35 ⁰ C	45 ⁰ C
Aroma	0	3	3	3
	4	3	2,8	2,4
	7	2,2	2	1,8
	11	1,6	1,4	1,2
	14	1	0,8	0,6

Sumber : Data Primer, 2023

Perubahan derajat kesukaan parameter aroma terhadap produk *Fish Crackers* selama masa penyimpanan dengan suhu yang berbeda. Penurunan kualitas produk dari segi aroma berbeda selama 14 hari penyimpanan pada masing-

masing suhu penyimpanan. Penurunan derajat penerimaan produk yang disimpan pada suhu 25⁰C menjadi 1; penyimpanan pada suhu 35⁰C menjadi 0,8; dan penyimpanan pada suhu 45⁰C menjadi 0,6.



Grafik 02. Hubungan Penurunan Skor Aroma terhadap Waktu untuk Ordo 0 dan Ordo 1

Berdasarkan grafik 02 di atas, didapatkan nilai korelasi (R^2) ketiga suhu parameter aroma, dimana nilai R^2 Ordo 0 lebih besar dari Ordo 1, sehingga Ordo 0 terpilih untuk ditentukan persamaan Arrhenius.

3) Parameter Tekstur

Tingkat penerimaan suatu produk pangan dari segi

tekstur dipengaruhi oleh kadar air dari suatu produk, sehingga secara tidak langsung perubahan tekstur dipengaruhi oleh lama penyimpanan dan suhu penyimpanan. Semakin lama dan semakin tinggi suhu penyimpanan, maka derajat kesukaan secara rata-rata akan semakin menurun.

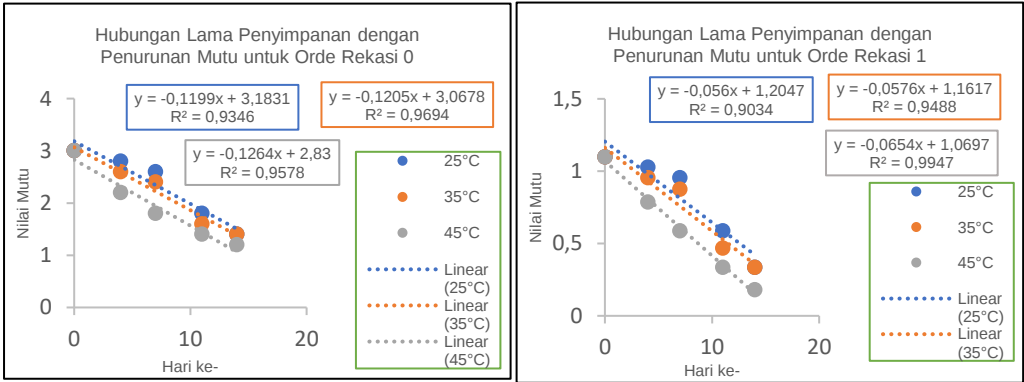
Tabel 03.
Perubahan Kesukaan Tekstur *Fish Crackers* Selama Penyimpanan pada Suhu yang berbeda

Parameter	Pengujian Hari ke-	Kesukaan Terhadap Tekstur (Suhu)		
		25 ⁰ C	35 ⁰ C	45 ⁰ C
Tekstur	0	3	3	3
	4	2,8	2,6	2,2
	7	2,6	2,4	1,8
	11	1,8	1,6	1,4
	14	1,4	1,4	1,2

Sumber : Data Primer, 2023

Perubahan derajat kesukaan parameter tekstur terhadap produk *Fish Crackers* selama masa penyimpanan dengan suhu yang berbeda. Penurunan kualitas produk dari segi aroma berbeda selama 14 hari penyimpanan pada masing-

masing suhu penyimpanan. Penurunan derajat penerimaan produk yang disimpan pada suhu 25⁰C menjadi 1,4; penyimpanan pada suhu 35⁰C menjadi 1,4; dan penyimpanan pada suhu 45⁰C menjadi 1,2.



Grafik 03. Hubungan Penurunan Skor Tekstur terhadap Waktu untuk Ordo 0 dan Ordo 1

Berdasarkan grafik 03 di atas, didapatkan nilai korelasi (R^2) ketiga suhu parameter tekstur, dimana nilai R^2 Ordo 0 lebih besar dari Ordo 1, sehingga Ordo 0 terpilih untuk ditentukan persamaan Arrhenius.

4) Parameter Kadar Air
 Penurunan nilai kadar air diduga disebabkan karena kadar air dalam produk mengalami penguapan yang diakibatkan oleh suhu dan lama penyimpanan yang mempercepat proses penguapan selama masa penyimpanan.

Hal ini diakibatkan karena suhu dan kecepatan udara yang tinggi akan mempercepat proses

penguapan pada permukaan dan bagian dalam partikel karena adanya perbedaan tekanan uap cairan.

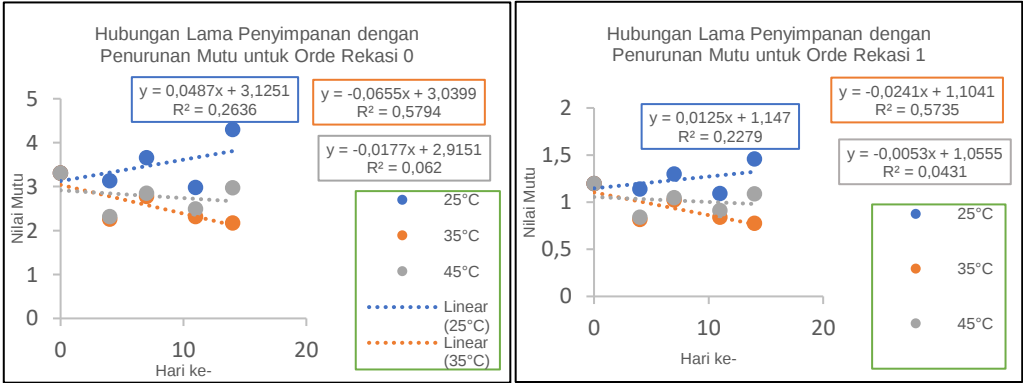
Tabel 04.
Perubahan Kesukaan Kadar Air *Fish Crackers* Selama Penyimpanan pada Suhu yang berbeda

Parameter	Pengujian Hari ke-	Kadar Air (%) (Suhu)		
		25 ⁰ C	35 ⁰ C	45 ⁰ C
Kadar Air	0	3,31	3,31	3,31
	4	3,13	2,26	2,32
	7	3,66	2,78	2,85
	11	2,98	2,32	2,49
	14	4,3	2,17	2,97

Sumber: Data Primer, Laboratorium DKL & QC SMK SMTI Makassar, 2023

Perubahan mutu berdasarkan parameter kadar air terhadap produk *Fish Crackers* selama masa penyimpanan dengan suhu yang berbeda. Penurunan kualitas produk berdasarkan kadar air berbeda selama 14 hari penyimpanan pada

masing-masing suhu penyimpanan. Kadar air pada produk yang disimpan pada suhu 25⁰C meningkat pada akhir penyimpan yaitu 4,3%, penyimpanan pada suhu 35⁰C turun menjadi 2,17%; dan penyimpanan pada suhu 45⁰C turun menjadi 2,97%.



Grafik 04. Hubungan Penurunan Skor Kadar Air terhadap Waktu untuk Ordo 0 dan Ordo 1

Berdasarkan Grafik 04 di atas, didapatkan nilai korelasi (R²) ketiga suhu parameter kadar air, dimana nilai R² Ordo 0 lebih besar

dari Ordo 1, sehingga Ordo 0 terpilih untuk ditentukan persamaan Arrhenius.

b. Perhitungan Umur Simpan Berdasarkan Orde Reaksi Terpilih Penentuan

Penentuan umur simpan produk fish crackers dengan penambahan tepung kacang hijau (*vigna radiata*) menggunakan metode Accelerated Storage Shelf Life dengan model Arrhenius. Penentuan nilai kritis produk diperoleh Umur simpan didapatkan berdasarkan per, data yang diperoleh dari parameter penilaian uji organoleptik dan kadar air. Data yang telah diperoleh selama pengamatan,

dilakukan perhitungan lanjutan terhadap nilai k (konstanta persamaan Arrhenius) pada berbagai suhu penyimpanan berdasarkan Orde reaksi yang terpilih.

Selanjutnya dilakukan perhitungan lanjutan terhadap nilai k (Konstanta persamaan Arrhenius) parameter uji pada setiap suhu penyimpanan berdasarkan orde reaksi yang terpilih dengan menggunakan rumus: $\rightarrow y = -bx + a$, dimana; $b = -(\text{Slope } k)$; $a = \text{intercept}$; $1/T = 1/(\text{suhu } ^\circ\text{C})$; $\ln k = \ln(\text{Slope } k)$.

1) Parameter Warna

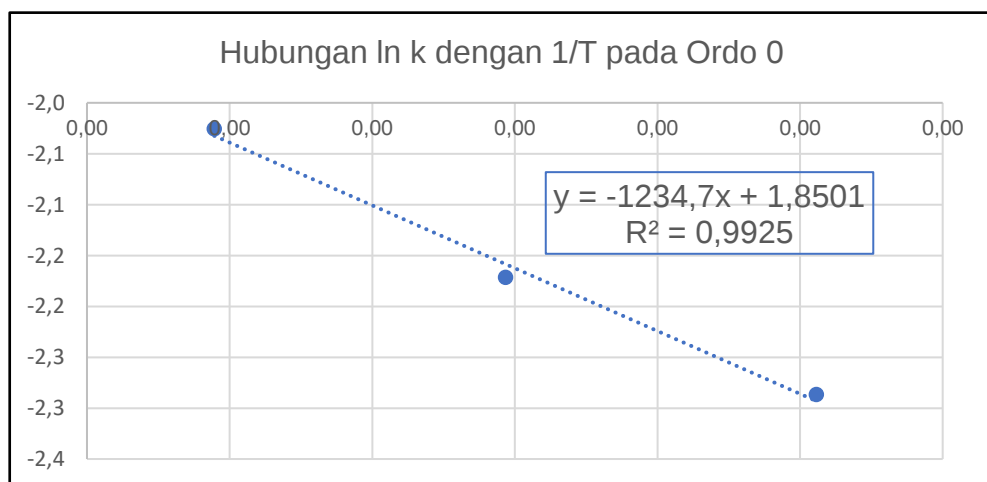
Tabel 05.
Penentuan Konstanta Persamaan Arrhenius Parameter Warna

Suhu ($^\circ\text{C}$)	Suhu (K)	Slope (k)	1/T	$\ln k$
25	298	0,1016	0,003356	-2,2867
35	308	0,114	0,003247	-2,1716
45	318	0,1319	0,003145	-2,0257

Sumber : Data Primer, 2023

Tabel 05 di atas kemudian dihitung hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ sebagaimana

terlihat pada grafik plot Arrhenius parameter warna di bawah ini:



Grafik 05. Hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$ Parameter Warna

Berdasarkan Grafik 05 di atas, pada parameter warna didapatkan persamaan linear $y = -1234,7x + 1,8501$,

$R^2 = 0,9925$, dimana E_a/R (Slope) = -b (1234,7) dan $\ln k_0$ (Intercept) = a (1,8501).

2) Parameter Aroma

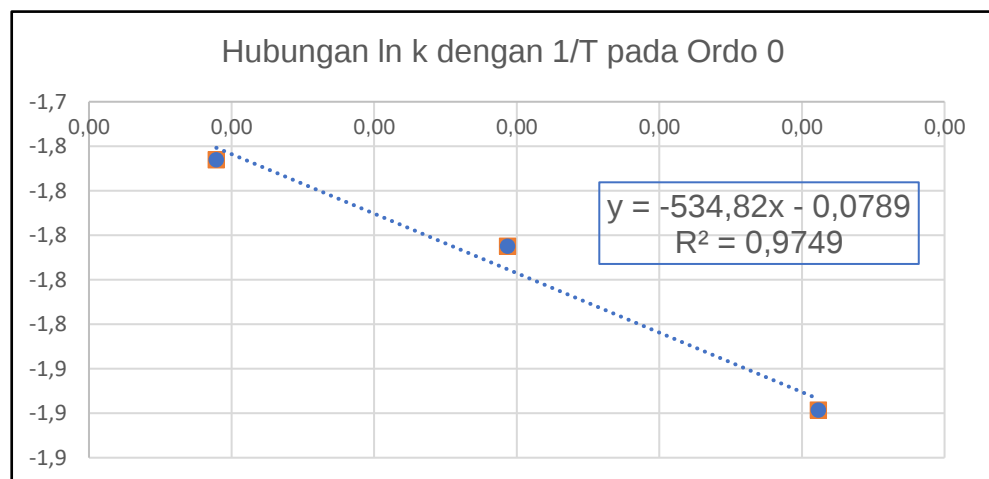
Tabel 06.
Penentuan Konstanta Persamaan Arrhenius Parameter Aroma

Suhu (°C)	Suhu (K)	Slope (k)	1/T	ln k
25	298	0,1528	0,003356	-1,8786
35	308	0,1645	0,003247	-1,8048
45	318	0,171	0,003145	-1,7661

Sumber : Data Primer, 2023

Tabel 06 di atas kemudian dihitung hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ sebagaimana

terlihat pada grafik plot Arrhenius parameter aroma di bawah ini:



Grafik 06. Hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$ Parameter Aroma

Berdasarkan Grafik 06 di atas, pada parameter aroma didapatkan persamaan linear $y = -534,82x - 0,0789$,

$R^2 = 0,9749$, dimana E_a/R (Slope) = -b (534,82) dan $\ln k_0$ (Intercept) = a (-0,0789).

3) Parameter Tekstur

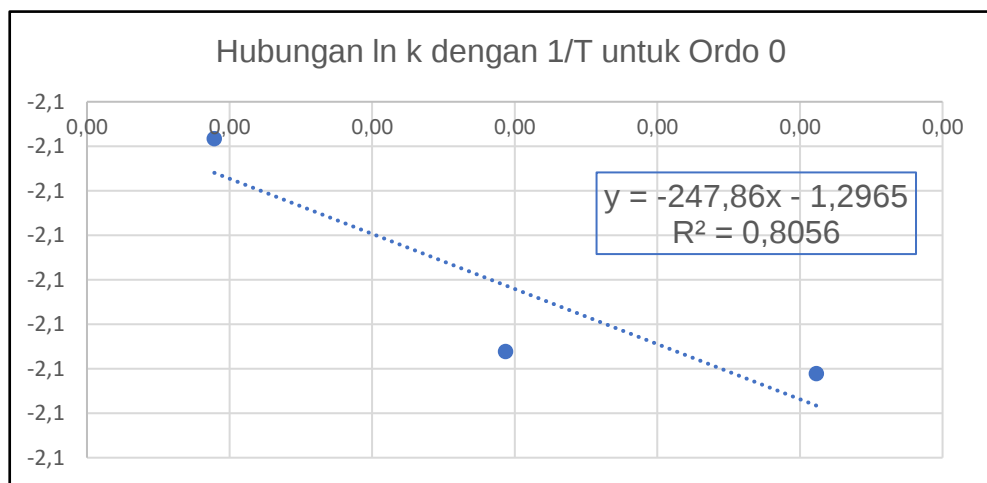
Tabel 07.
Penentuan Konstanta Persamaan Arrhenius Parameter Tektur

Suhu (°C)	Suhu (K)	Slope (k)	1/T	ln k
25	298	0,1199	0,003356	-2,1211
35	308	0,1205	0,003247	-2,1161
45	318	0,1264	0,003145	-2,0683

Sumber : Data Primer, 2023

Tabel 07 di atas kemudian dihitung hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ sebagaimana

terlihat pada grafik plot Arrhenius parameter tekstur di bawah ini:



Grafik 07. Hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$ Parameter Tekstur

Berdasarkan Grafik 07 di atas, pada parameter tekstur didapatkan persamaan linear $y = -$

$247,86x - 1,2965$, $R^2 = 0,8056$, dimana E_a/R (Slope) = $-b$ (247,86) dan $\ln k_0$ (Intercept) = a (-1,2965).

4) Parameter Kadar Air

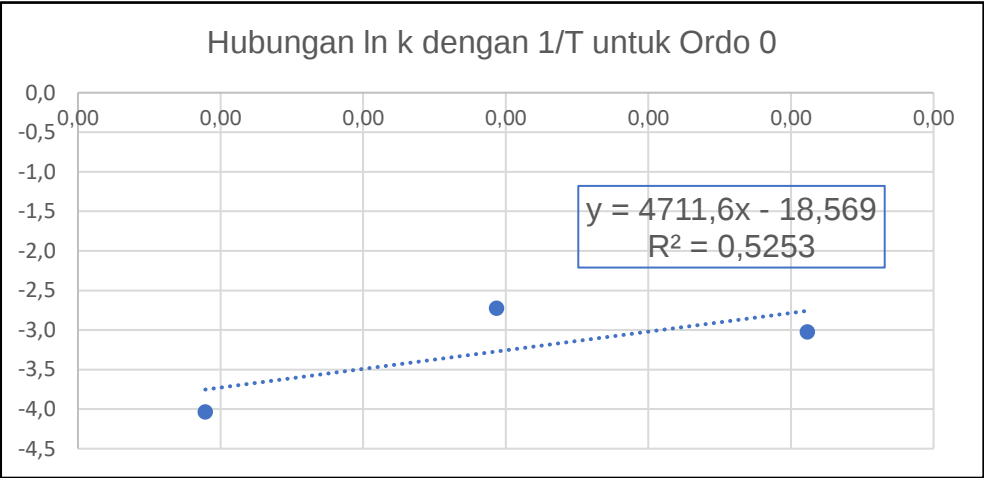
Tabel 08.
Penentuan Konstanta Persamaan Arrhenius Parameter Kadar Air

Suhu (°C)	Suhu (K)	Slope (k)	1/T	ln k
25	298	0,0487	0,003356	-3,0221
35	308	0,0655	0,003247	-2,7257
45	318	0,0177	0,003145	-4,0342

Sumber: Data Primer, Laboratorium DKL & QC SMK SMTI Makassar, 2023

Tabel 08 di atas kemudian dihitung hubungan $\ln k$ dengan $1/T$ sebagaimana

terlihat pada grafik plot Arrhenius parameter kadar air di bawah ini:



Grafik 08. Hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$ Parameter Kadar Air

Berdasarkan Grafik 08 di atas, pada parameter tekstur didapatkan persamaan linear $y = 4711,6x - 18,569$, $R^2 = 0,5253$, dimana Ea/R (Slope) = $-b$ ($-4711,6$) dan $\ln k_0$ (Intercept) = a ($-18,569$).

Umur simpan ditentukan berdasarkan nilai korelasi (R^2) yang paling besar dari konstanta persamaan Arrhenius keempat parameter di atas. Adapun nilai korelasi (R^2) masing-masing parameter sebagai berikut:

Tabel 09.
Nilai Korelasi (R^2) dari Setiap Parameter

No	Parameter	Nilai Korelasi (R^2)	Nilai R^2 Tertinggi
1	Warna	0,9925	Warna
2	Aroma	0,9749	
3	Tekstur	0,8056	
4	Kadar Air	0,5253	

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan tabel 09 di atas, parameter yang memiliki koefisien Korelasi (R^2) yang paling besar pada *fish crackers* adalah parameter warna yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan umur simpan. Adapun persamaan liner parameter warna adalah $y = -1234,7x + 1,8501$, $R^2 = 0,9925$,

dimana Ea/R (Slope) = $-b$ ($1234,7$) dan $\ln k_0$ (Intercept) = a ($1,8501$).

Salanjutnya menghitung konstanta Arrhenius menggunakan rumus : $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$ >> $\ln k = \ln k_0 - Ea/R/T$, kemudian menghitung umur simpan dengan rumus:

$$ts = ((N_0 - N_t))/k$$

Dimana

- N_0 = Mutu Awal Produk
- N_t = Mutu Akhir Produk

Tabel 10.
Perhitungan Umur Simpan

Suhu (°C)	25	35	45
Suhu (K)	298	308	318
1/T	0,0033557	0,003247	0,00314
ln k	-2,293189	-2,15867	-2,0326
k	0,1009441	0,115479	0,13099
t	13,869065	12,12341	10,6875
Umur Simpan	14 Hari	12 Hari	11 Hari

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan Tabel 10 di atas, maka umur simpan pada masing-masing suhu penyimpanan adalah pada suhu 25°C yaitu 13 hari, suhu 35°C yaitu 12 hari, dan pada suhu 45°C yaitu 12 hari.

2. Kadar Zat Besi (Fe)

Analisis kandungan zat besi (Fe) *fish crackers* dengan

penambahan tepung kacang hijau (*vigna radiata*) dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar. Adapun kandungan zat besi (Fe) adalah sebagai berikut:

Tabel 11.
Kandungan Zat Besi (Fe) *Fish Crackers* dengan Penambahan Tepung Kacang Hijau (*Vigna Radiata*) per 100 g

Zat Gizi	Nilai Gizi	SNI 2973:2011	Keterangan
Zat Besi (Fe)	9,03106 mg	-	-

Sumber : Data Sekunder, Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar, 2023

Tabel 11 di atas menunjukkan kandungan zat besi (Fe) *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau (*vigna radiata*) per 100 gr sebanyak 9,03 mg.

PEMBAHASAN

1. Umur Simpan

Pendugaan umur simpan pada *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau (*vigna radiata*) ditentukan berdasarkan data yang diperoleh dari perhitungan nilai k dari parameter sensori (warna, aroma dan tekstur)

dan parameter kadar air terhadap setiap suhu penyimpanan. Nilai k merupakan konstanta Arrhenius (penurunan mutu) yang berkaitan dengan umur simpan produk *fish crackers*. Tingginya nilai k mengindikasikan besarnya perubahan mutu produk. Hal tersebut akan semakin mempersingkat umur simpan produk *fish crackers*. Perhitungan umur simpan ditentukan berdasarkan ordo reaksi 0 dan orde reaksi 1. Ordo reaksi yang memiliki nilai koefisien korelasi (R^2) lebih besar terpilih menjadi orde reaksi pada penentuan umur simpan.

Penentuan umur simpan dilakukan berdasarkan nilai korelasi (R^2) yang paling besar dari konstanta persamaan Arrhenius keempat parameter di atas. Adapun parameter yang memiliki nilai R^2 yang tinggi adalah parameter warna dengan persamaan linear adalah $y = -1234,7x + 1,8501$, $R^2 = 0,9925$, dimana E_a/R (Slope) = $-b$ (1234,7) dan $\ln k_0$ (Intercept) = a (1,8501). Berdasarkan persamaan linear di atas diperoleh umur simpan produk *fish crackers* yang berbeda pada tiap suhu penyimpanan, yaitu suhu 25°C selama 14 hari, suhu 35°C selama 12 hari dan penyimpanan suhu 45°C selama 11 hari.

Data hasil penentuan umur simpan produk *fish crackers* menunjukkan bahwan semakin tinggi suhu penyimpanan, maka semakin pendek umur simpan produk *fish crackers*. Hal tersebut terjadi karena suhu yang tinggi menyebabkan laju reaksi menjadi cepat. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasany, Afrianto dan Pratama, (2017) menunjukkan bahwa umur simpan Fruit Nori yang disimpan pada suhu 25°C lebih lama dibandingkan penyimpanan pada

suhu 35°C dan 45°C. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dahia, (2023) dimana umur simpan cookies substitusi tepung buah bit dan tepung daun kelor yang disimpan pada suhu 25°C lebih lama yaitu 46 hari dibandingkan penyimpanan suhu 35°C yaitu 10 hari dan suhu 45°C yaitu 5 hari.

2. Kadar Zat Besi

Zat besi merupakan mineral mikron yang paling banyak terdapat dalam tubuh manusia, yaitu sebanyak 3-5 gram dalam tubuh manusia dewasa. Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin di dalam sel darah merah (Hidayah and Anasari, 2012). Zat besi membantu pembentukan sel darah merah dan sel otot, mencegah anemia akibat kekurangan zat besi, dan mendukung sistem kekebalan tubuh (Damayanti et al., 2021).

Hasil penelitian, kandungan zat besi *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau (*vigna radiata*) yaitu sebesar 9,03 mg setiap 100 gr *fish crackers*. Zat besi yang terkandung dalam *fish crackers* dipengaruhi oleh penggunaan bahan *fish crackers* seperti tepung ikan teri, tepung kacang hijau dan telur. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wulanda (2022) menunjukkan bahwa kue kering dengan substitusi tepung daun katuk dan tepung kacang hijau dengan konsentrasi tepung kacang hijau yang lebih besar (6%), memiliki kandungan zat besi lebih besar yaitu 0,01971 mg. Penelitian lain yang dilakukan oleh Yuliana (2022) menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung bayam dan tepung kacang hijau maka semakin tinggi kandungan zat besi pada produk. Adapun menurut

Yudhistira, Sari dan Affandi (2019) sumber kadar zat besi cookies bayam hijau dengan penambahan tomat juga didapatkan bahan penyusunnya seperti tepung terigu dengan kadar zat besi sebesar 1,2 mg dan telur sebesar 1,83 mg. Bahan penyusun lain yang menyumbang kadar zat besi pada fish crackers yaitu tepung ikan teri. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Risnawati (2022) menunjukkan bahwa kerupuk singkong dengan penambahan 5% tepung ikan teri memiliki kandungan zat besi lebih besar yaitu 93,4 gr dibandingkan kerupuk singkong tanpa penambahan tepung ikan teri yaitu 68,7 gr.

Anemia selama kehamilan dapat berdampak negatif pada pertumbuhan dan perkembangan janin, serta meningkatkan kemungkinan kelahiran bayi dengan stunting (Rahayu, 2021). Beberapa kasus ibu hamil yang mengalami anemia, mengalami kesulitan dalam mengonsumsi suplemen zat besi. Fish crackers dengan penambahan tepung kacang hijau (*vigna radiata*) ini dibuat sebagai alternatif lain untuk menambah Hb pada ibu hamil anemia. Diharapkan dengan mengonsumsi *fish crackers* ini dapat menjadi alternatif pengganti suplemen zat besi untuk meningkatkan kadar hemoglobin pada ibu hamil yang mengalami anemia. Kebutuhan zat besi pada perempuan dewasa (Usia 19-49 tahun) yaitu 18 mg, dan bertambah ketika hamil pada trimester 2 & 3 sebanyak 9 mg. Apabila ibu hamil mengonsumsi fish crackers dengan penambahan tepung kacang hijau (*Vigna Radiata*) sebanyak 25 gr (± 18 keping) per hari, maka akan memenuhi kebutuhan zat besi harian ibu hamil pada trimester

1 sebanyak 12,54% dan pada trimester 2 sebanyak 8,36%.

KESIMPULAN

1. Umur simpan *fish crackers* dengan penambahan kacang hijau (*vigna radiata*) pada suhu 25°C lebih lama yaitu 14 hari dibandingkan dengan suhu 35°C dan 45°C yaitu masing 12 hari dan 11 hari.
2. Kadar Zat Besi (Fe) *fish crackers* dengan penambahan kacang hijau (*vigna radiata*) yaitu 9,03 gr setiap 100 gr fish crackers.

SARAN

1. Pada penelitian selanjutnya, perlu adanya upaya untuk mengantisipasi kondisi yang dapat mempengaruhi suhu penyimpanan tidak sesuai dengan yang diinginkan sehingga suhu penyimpanan konsisten sampai akhir penelitian.
2. Perlu dilakukan pengujian umur simpan dengan parameter total mikroba pada *fish crackers* dengan penambahan tepung kacang hijau (*vigna radiata*).

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. (2016) 'Efektivitas Minuman Kacang Hijau Terhadap Peningkatan Kadar Hb', *Rakernas Aipkema*, 6, pp. 13–18. Available at: <https://media.neliti.com/>.
- Choirunissa, R. and Manurung, D.R. (2020) 'Pengaruh Pemberian Sari Kacang Hijau Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Ibu Hamil Di Puskesmas Sirnajaya Kecamatan Serang Baru Bekasi Tahun 2019', *Journal for Quality in Women's Health*, 3(2), pp. 171–176. Available at: <https://doi.org/10.30994/jqwh.v3i2.72>.

- Dahia, B. (2023) *Analisis Daya Terima, Kandungan Gizi, dan Umur Simpan Cookies Substitusi Tepung Buah Bit dan Tepung Daun Kelor untuk Pencegahan Anemia pada Ibu Hamil*. Universitas Hasanuddin.
- Damayanti *et al.* (2021) 'Efektivitas Tablet Zat Terhadap Perubahan Tekanan Darah Ibu Hamil', *Jurnal Kebidanan Kestra (Jkk)*, 3(2), pp. 149–157. Available at: <https://doi.org/10.35451/jkk.v3i2.675>.
- Ernisti, W., Riyadi, S. and Jaya, F.M. (2018) 'Karakteristik Biskuit (Crackers) yang Difortifikasi dengan Konsentrasi Penambahan Tepung Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*) Berbeda', *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 13(2). Available at: <https://doi.org/10.31851/jipbp.v13i2.2855>.
- Fathonah, S. (2016) *Gizi & Kesehatan untuk Ibu Hamil: Kajian Teori & Aplikasinya*. Edited by R. Astikawati. Semarang: Penerbit Erlangga.
- Hasany, M.R., Afrianto, E. and Pratama, I. (2017) 'Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius Pada Fruit Nori', VIII(1), pp. 48–55.
- Hendrayati *et al.* (2022) 'Daya Terima dan Kandungan Protein serta Zat Besi Pada Cookies dengan Substitusi Tepung Jewawut (*Setaria Italica*) dan Tepung Ikan Kembung (*Rastrelliger Kanagurta L.*)', *Media Gizi Pangan*, 29(2), p. 9. Available at: <https://doi.org/10.32382/mgp.v29i2.3001>.
- Hendrayati, Dewi, T. and Nursalim (2020) 'Karakteristik Dan Mutu Organoleptik Fish Crackers Snack Food', *Media Gizi Pangan*, 27(1), pp. 61–69.
- Hidayah, W. and Anasari, T. (2012) 'Relationship Compliance With Pregnant Women Consuming Fe Tablets With The Event Of Anemia In Pageraji Village, Cilongok District, Banyumas Regency', *Jurnal Ilmiah Kebidanan*, 3(2), pp. 41–53.
- Nisa, J. *et al.* (2020) 'Pemanfaatan Kacang Hijau Sebagai Sumber Zat Besi Dalam Upaya Pencegahan Anemia Prakonsepsi', *Jurnal Surya Masyarakat*, 3(1), p. 42. Available at: <https://doi.org/10.26714/jsm.3.1.2020.42-47>.
- Rahayu, D.T. (2021) 'Efektivitas Konsumsi Sule Honey Terhadap Peningkatan Produksi Asi Bagi Ibu Pekerja Yang Menggunakan Metode Pompa Asi (MPA) The Effectiveness of Sule Honey Consumption in Increasing Milk Production for Working Mothers Using Breastfeeding Pump Methods', *Jurnal Kebidanan-ISSN*, 7(1). Available at: <https://doi.org/10.21070/midwifera.v>.
- Risnawati (2022) *Analisa Kandungan Protein, Kalsium dan Zat Besi Kerupuk Singkong dengan Penambahan Tepung Ikan Teri (*Stolephorus Sp.*)*. Poltekkes Kemenkes Makassar.
- Roifah, M., Razak, M. and Suwita, I.K. (2019) 'Subtitusi tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) dan tepung ikan tuna (*Thunnus sp.*) sebagai biskuit PMT ibu hamil terhadap kadar proksimat, nilai energi, kadar zat besi, dan mutu organoleptik', *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 10(2), pp. 128–138. Available at:

<https://doi.org/10.35891/tp.v10i2.1662>.

Wulanda, R. (2022) *Daya Terima dan Analisis Zat Besi Kue Kering Subtitusi Tepung Daun Katuk (Saoropus Adrogynus) dan Tepung Kacang Hijau (Vigna Radiata)*. Poltekkes Kemenkes Makassar.

Yudhistira, B., Sari, T.R. and Affandi, D.R. (2019) 'Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Cookies Bayam Hijau (Amaranthus tricolor) dengan Penambahan Tomat (Solanum lycopersicum) sebagai Upaya Pemenuhan Defisiensi Zat Besi pada Anak-Anak', *Warta Industri Hasil Pertanian*, 36(2), p. 83. Available at:
<https://doi.org/10.32765/wartaihp.v36i2.5286>.

Yuliana, F. (2022) *Daya Terima, Kadar Zat Besi dan Protein Cookies dengan Penambahan Tepung Bayam dan Tepung Kacang Hijau*. Poltekkes Kemenkes Makassar.