


**PENDUGAAN UMUR SIMPAN IKAN PATIN SALAI MENGGUNAKAN METODE AKSELERASI
 DENGAN KEMASAN HDPE DAN TEKNIK PENGEMASAN ALUMINIUM FOIL**
**THE SHELF LIFE OF SALAI CATFISH USING THE ACCELERATION METHOD WITH HDPE
 PACKAGING AND ALUMINUM FOIL PACKAGING TECHNIQUES**

Dewi Fortuna Ayu, Raswen Efendy, Yanti Nopiani, Edo Saputra, Syafitri Haryani

INFO ARTIKEL

 Submit: 19-10-2021
 Perbaikan: 10-6-2022
 Diterima: 11-6-2022

Keywords:

 Umur simpan, ikan patin
 salai, akselerasi, kemasan,
 HDPE, aluminium foil

ABSTRACT

The goal of this research was to estimate the shelf life of salai catfish using the ASLT (Accelerated Shelf-Life Testing) method with high-density polyethylene (HDPE) plastic, vacuum aluminium foil, and non-vacuum aluminium foil. By storing the salai catfish for thirty days at different temperature levels, namely 30°C, 35°C, and 40°C, the acceleration method was used to predict the shelf life. Changes in rancidity sensory and thiobarbituric acid (TBA) levels were observed. The obtained data were analyzed using linear regression to show the relationship between storage time and the measured variables. Furthermore, the Arrhenius method was used to calculate the shelf life of salai catfish in order to compare the quality degradation of salai catfish. The best result was obtained in the treatment of salai catfish with vacuum aluminium foil was 32.56 days at 30°C based on the TBA test. The regression equation were $y = -2875.7x + 5.2812$. $R^2 = 0.9855$.

1. PENDAHULUAN

Ikan patin (*Pangasius pangasius*) merupakan salah satu ikan air tawar yang tinggi kandungan kalsium (Pangestika *et al.*, 2021). Ikan ini merupakan ikan asli Indonesia yang tersebar di bagian Wilayah perairan Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan, Jawa dan beberapa provinsi lain di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Riau (2019), produksi ikan patin berasal dari Kabupaten Kampar Kecamatan XIII Koto Kampar sebanyak 66,97% dengan sentra penghasil terbesar terdapat di Desa Koto Mesjid yang mencapai 2.190 ton per tahun.

Ikan patin asap atau ikan salai yang berada di pasaran yaitu di Pekanbaru umumnya hanya dikemas dengan menggunakan plastik high density polyethylene (HDPE) dan bahkan ada yang

dijual tanpa menggunakan kemasan. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pedagang ikan patin salai, produk ikan salai tanpa kemasan memiliki umur simpan hingga 14 hari pada penyimpanan suhu ruang. Selama penyimpanan tersebut, terjadi kerusakan berupa perubahan sensoris flavour ikan patin salai yaitu ketengikan yang disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi lemak.

Proses oksidasi lemak selama masa penyimpanan dipengaruhi oleh komponen yang ada di dalam produk dan dipicu oleh kondisi lingkungan seperti, kelembapan, adanya oksigen dan cahaya. Faktor-faktor tersebut dapat menurunkan kualitas produk (Sarungallo *et al.*, 2018).

Suhu penyimpanan yang tinggi akan meningkatkan reaksi berbagai senyawa kimia, sehingga faktor suhu selalu harus diperhitungkan dalam pendugaan kecepatan penurunan mutu produk selama masa penyimpanan. Salah satu alternatif untuk mencegah teroksidasi dan terkontaminasinya produk ikan patin salai yaitu

Dewi Fortuna Ayu, Raswen Efendy, Yanti Nopiani, Edo Saputra,
 Syafitri Haryani
 Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan
 Kelautan, Universitas Riau Pekanbaru, Indonesia
 Email: fortuna_ayu2004@yahoo.com

dengan memilih kemasan yang membatasi permeabilitas cahaya, uap air, oksigen, dan mikroba sehingga menyebabkan masa simpan produk menjadi lebih lama. Semakin rendah nilai permeabilitas terhadap cahaya, uap air, oksigen dan mikroba, maka laju difusi semakin rendah sehingga dapat mempertahankan kualitas produk dan memperpanjang umur simpan produk pangan (Wulandari *et al.*, 2013). Pengemasan non-vakum dilakukan dalam kondisi tanpa mengeluarkan udara dari dalam kemasan (Hawa *et al.*, 2018).

Metode *Extended Shelf Life Study* (ESS) serta *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk makanan. Metode ESS digunakan untuk menentukan tanggal kadaluwarsa suatu produk dengan cara menyimpannya dalam kondisi aslinya, sedangkan metode ASLT digunakan untuk menentukan tanggal kadaluwarsa suatu produk dengan menggunakan metode akselerasi, yang membutuhkan waktu pengujian yang lebih singkat. Menurut Hasany *et al.*, (2017) pada metode ASLT, produk pangan disimpan pada kondisi lingkungan yang menyebabkan produk mengalami kerusakan cepat seperti suhu atau kelembapan tinggi. Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian yang berjudul pendugaan umur simpan ikan patin salai menggunakan metode akselerasi menggunakan kemasan HDPE dan teknik pengemasan aluminium foil.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan penelitian terdiri dari ikan patin salai yang didapat langsung dari industri rumah tangga Putra Niaga di Kecamatan XIII Koto Kampar Kabupaten Kampar, kemasan plastik HDPE dengan ketebalan 0,10 mm, kemasan aluminium foil 0,8 mm, HCL 4 M, dan reagen *thiobarbituric acid* (TBA). Peralatan yang digunakan meliputi *vacum sealer*, *sealer*, *blender*, *thermostat digital*, *timbangan analitik*, *spektrofotometer*, pH meter, peralatan gelas, dan aluminium foil.

Rancangan Penelitian

Metode akselerasi dengan pendekatan Arrhenius digunakan untuk menduga umur simpan ikan patin salai dimana terdapat tiga perlakuan dengan tiga kali pengulangan. Perlakuan yang digunakan adalah:

K_0 = Ikan salai patin dikemas HDPE

K_1 = Ikan salai patin dikemas aluminium foil non-vakum

K_2 = Ikan salai patin dikemas aluminium foil vakum

Tahap-tahap metode akselerasi dalam pendugaan umur simpan adalah menyimpan produk suhu 30°C, 35°C, serta 40°C. Uji sensoris terhadap ketengikan dan nilai asam tiobarbiturat (TBA) digunakan untuk menentukan batas produk dapat diterima, penentuan orde reaksi, dan dasar pendugaan perhitungan umur simpan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan regresi linear, kemudian persamaan yg diperoleh digunakan digunakan untuk penentuan umur simpan produk.

Persiapan sampel dan penerapan metode ASLT

Prosedur penyiapan sampel serta penyimpanan berdasarkan penelitian Novitasari (2018). Ikan patin salai yang digunakan memiliki karakteristik ukuran yang sama, warna keemasan sampai coklat mengkilat, tekstur padat dan aroma khas ikan salai. Ikan patin salai dimasukkan ke dalam kemasan sebanyak 1 ekor ikan patin salai dalam 1 kemasan, kemudian setiap perlakuan dikemas sebanyak 63 kemasan. Pengemasan menggunakan kemasan HDPE dan aluminium foil vakum dan aluminium foil non-vakum. Total keseluruhan kemasan yang digunakan pada seluruh perlakuan adalah 189 kemasan. Kemudian, ikan yang sudah dikemas tersebut diberi perlakuan metode ASLT (*Accelerated Shelf-Life Testing*) yaitu dengan menyimpan selama 30 hari pada suhu ekstrim yang bertujuan untuk mempercepat penurunan mutu produk yaitu pada suhu 30°C, 35°C dan 40°C. Penyimpanan dilakukan di dalam box tertutup dengan ukuran 57x34x36 cm yang sudah diberi lampu pemanas sehingga masing-masing box akan memiliki suhu 30,35 dan 40°C.

Penentuan batas penerimaan ikan patin salai

Batas penerimaan produk mengacu pada Suseno (2010) sementara suhu penyimpanan ditentukan berdasarkan Efendi *et al.*, (2021) dimana ikan patin salai disimpan selama 30 hari pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C. Sampel dilakukan uji sensoris terhadap ketengikan dan nilai asam tiobarbiturat (TBA) pada hari ke 0, 5, 10, 15, 20, 25, serta 30. Nilai sensori awal ketengikan dan nilai asam tiobarbiturat (TBA) ikan patin salai dinyatakan untuk nilai mutu awal produk. Nilai mutu produk akhir (batas kritis produk) produk ikan patin salai ditentukan ketika skor pada penilaian sensori tengik (skor dua). Ketika suatu produk oleh panelis dinyatakan tengik, nilai asam tiobarbiturat (TBA) hari yang sama juga digunakan sebagai batas kritis untuk produk ikan patin salai.

Penentuan Model Arrhenius

Penentuan ordo reaksi serta perhitungan umur simpan mengacu (Hariyadi, 2019). Umur simpan produk pada suhu penyimpanan ditentukan dengan menghubungkan nilai k serta nilai suhu yang telah diketahui. Nilai k yang dihubungkan dengan suhu menggunakan persamaan Arrhenius:

$$k = k_0 e^{-(E_a/R.T)}$$

atau bentuk logaritma: $\ln k = \ln k_0 - \left(\frac{E_a}{R}\right)1/T$

atau bentuk persamaan linier: $y = a + bx$

Langkah berikutnya adalah pendugaan perhitungan masa simpan produk pada suhu 27°C atau 300°K dengan menghubungkan nilai k dan nilai suhu.

Masa simpan simpan ordo nol: $t = \frac{A_t - A_0}{k}$

Masa simpan ordo satu: $t = \frac{\ln(B_t) - \ln(B_0)}{k}$

Keterangan :

T = masa simpan (dalam hari)

A_0 = nilai mutu awal ordo nol

A_t = nilai mutu akhir ordo nol (titik kritis)

B_0 = nilai mutu awal ordo satu

B_t = nilai mutu akhir ordo satu (titik kritis)

k = konstanta laju penurunan mutu

E_a = energi aktivasi

T = suhu mutlak (°K) = 273 + °C

R = konstanta gas (1,968 kal.mol⁻¹K)

A = nilai intersep

Penilaian sensori ketengikan

Uji sensoris ketengikan mengacu Setyaningsih *et al.*, (2010). Sebanyak 30 mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian yang sudah lulus uji ambang batas rangsangan diminta untuk melakukan uji sensoris untuk mengetahui karakteristik ikan patin salai selama masa penyimpanan. Sampel yang diberikan kepada panelis diletakkan pada wadah yang bersih dan sudah diacak. Kemudian, panelis melakukan penilaian dengan mengisi lembar kuesioner yang telah disiapkan. Parameter yang dinilai adalah parameter ketengikan (*off flavor*) dengan rentang nilai tertinggi adalah skor lima (tidak tengik) serta skor satu (sangat tengik).

Nilai Thiobarbituric Acid (TBA)

Dalam melakukan pengujian nilai thiobarbituric acid (TBA), penulis mengacu pada Sudarmadji *et al.*, (1997). Disiapkan 3 g sampel dan diblender sampai halus. Kemudian ditambahkan akuades sebanyak 50 mL dan diblender kembali. Sampel yang sudah halus dimasukkan ke dalam labu destilasi sembari dicuci menggunakan akuades sebanyak 48,5 mL. Selanjutnya, ±1,5 ml HCl 4 N dimasukkan ke dalam sampel sampai pH menjadi 1,5. Proses berikutnya,

sampel didestilasi sampai diperoleh cairan destilat sebanyak 50 mL (±10 menit) pemanasan. Cairan destilat diaduk-aduk hingga homogen lalu dipipet sejumlah 5 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup. Langkah selanjutnya adalah menambahkan Reagen TBA (0,2883 g/100 ml asam asetat glasial 90%) sebanyak 5 ml, selanjutnya diaduk hingga homogen. dipanaskan dengan menggunakan air mendidih selama 35 menit lalu didinginkan selama 10 menit dengan menggunakan air mengalir.

Larutan blanko disiapkan dengan cara yang sama seperti penentuan sampel, dengan menggunakan 5 mL air suling dan 5 mL reagen. Tabung reaksi didinginkan dengan air pendingin dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 528 nm dengan larutan blanko digunakan sebagai standar (titik nol). Nilai TBA merupakan absorbansi kandungan malonaldehid dalam sampel dikurangi nilai absorbansi blanko. Selama penyimpanan sampel, dilakukan analisis bilangan TBA untuk mendukung hasil analisis sensori subjektif panelis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian sensori ketengikan

Evaluasi sensori memiliki arti penting pada produk pangan karena berkaitan dengan penerimaan panelis terhadap suatu produk. Evaluasi sensori yang dilakukan yaitu uji tingkat ketengikan pada ikan salai. Rata-rata skor ketengikan ikan patin salai selama penyimpanan disajikan Tabel 1.

Tabel 1. Skor ketengikan ikan patin salai selama penyimpanan

Kemasan	Suhu	Hari Penyimpanan						
		0	5	10	15	20	25	30
HDPE	30°C	5,0	3,6	2,9	2,3	1,8	1,5	1,3
	35°C	5,0	3,3	2,4	1,8	1,4	1,3	1,2
	40°C	5,0	3,2	2,3	1,7	1,3	1,2	1,03
Aluminium foil non vakum	30°C	5,0	4,57	3,67	2,87	2,37	1,93	1,83
	35°C	5,0	4,47	3,7	3	2,77	2,23	1,77
	40°C	5,0	4,37	3,6	2,73	2,5	2,13	1,47
Aluminium foil vakum	30°C	5,0	4,9	4,2	3,8	3,57	2,8	2,16
	35°C	5,0	4,7	4,06	3,53	3,3	2,67	1,9
	40°C	5,0	4,63	3,9	3,1	2,93	2,5	1,53

Keterangan: 1 (Sangat tengik), 2 (Tengik), 3 (Sedikit tengik), 4 (Tidak tengik), dan 5 (Sangat tidak tengik)

Berdasarkan Tabel 1, hasil uji sensoris menunjukkan bahwa aroma tengik ikan patin salai akan semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan dan meningkatnya suhu penyimpanan. Hal ini dibuktikan dengan hasil penilaian panelis yang semakin rendah. Penetapan batas skor ketengikan ikan patin salai tidak dapat

lagi diterima ketika ketengikan memperoleh skor dua (2) yang berarti sampel ikan patin salai sudah dalam kategori tengik dan skor 2 (tengik) dinyatakan sebagai titik kritis ikan patin salai. Ikan patin salai yang dikemas dengan HPDE dinyatakan tengik pada hari ke-15 diseluruh perlakuan suhu karena skor tengik mendekati skor 2. Ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan aluminium foil non-vakum dinyatakan tengik pada hari ke-20 pada seluruh perlakuan suhu dimana skor tengik mendekati nilai 2. Ikan patin salai yang dikemas dengan aluminium foil vakum dinyatakan tengik pada hari ke-30 pada seluruh perlakuan suhu karena pada hari tersebut skor ketengikan mendekati nilai 2.

Peningkatan aroma tengik pada ikan salai selama masa penyimpanan menandakan bahwa minyak dalam ikan salai tersebut telah mengalami oksidasi sehingga mengakibatkan penyimpangan sensori. Menurut Maulinda *et al.*, (2017) salah satu faktor penyebab ketengikan pada produk adalah suhu. Kenaikan suhu penyimpanan akan meningkatkan kecepatan reaksi berbagai senyawa kimia dalam makanan sehingga makanan akan semakin cepat rusak. Efendi *et al.*, (2021) melaporkan bahwa suhu, sinar, kelembapan, logam, dan oksigen berkontribusi terhadap pembentukan *off flavor*.

Pengujian Bilangan Thiobarbituric Acid (TBA)

Ikan patin salai yang disimpan dalam kurun waktu tertentu mengeluarkan aroma tengik yang mengindikasikan telah terjadi penurunan mutu produk. Aroma tengik pada produk berminyak merupakan indikator telah terjadinya kerusakan pada produk tersebut (Hunaefi dan Ulfat, 2019). Kerusakan minyak tersebut adalah berupa ketengikan, perubahan rasa dan perubahan aroma.

Pada reaksi peroksidasi lipid, terjadi pemecahan ikatan karbon yang menyebabkan terbentuknya alkanal seperti malonaldehid (MDA). Satu molekul MDA akan berikatan dengan dua molekul TBA yang kemudian membentuk kompleks MDA-TBA yang menghasilkan warna merah (Hunaefi dan Ulfat, 2019). Menurut Arbi *et al.*, (2017) nilai TBA merupakan indeks yang digunakan untuk menentukan derajat oksidasi lemak dan dihitung berdasarkan jumlah malonaldehid (MDA) yang terbentuk.

Malonaldehid merupakan hasil reaksi oksidasi lemak. Angka TBA menunjukkan banyaknya malonaldehid yang terkandung pada sampel. Uji TBA merupakan uji yang spesifik untuk mengetahui hasil oksidasi asam lemak tidak jenuh. Kelebihan dari uji ini adalah pereaksi TBA dapat digunakan langsung untuk menguji lemak dalam

bahan tanpa mengekstraksi fraksi lemaknya. Rata-rata nilai TBA ikan patin salai selama masa penyimpanan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bilangan TBA Ikan Patin Salai Selama Penyimpanan

Kemasan	Suhu	Hari Penyimpanan						
		0	5	10	15	20	25	30
HDPE	30°C	0,326	0,424	0,776	0,876	1,033	1,174	1,203
	35°C	0,326	0,577	0,804	0,916	1,114	1,236	1,379
	40°C	0,326	0,693	0,885	1,152	1,226	1,364	1,451
Aluminium foil non vakum	30°C	0,326	0,418	0,674	0,563	0,733	0,932	1,019
	35°C	0,326	0,506	0,751	0,794	0,873	1,105	1,197
	40°C	0,326	0,572	0,792	0,967	1,011	1,173	1,257
Aluminium foil vakum	30°C	0,326	0,349	0,485	0,537	0,595	0,629	0,787
	35°C	0,326	0,404	0,545	0,615	0,685	0,762	0,865
	40°C	0,326	0,466	0,650	0,783	0,707	0,857	0,973

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa selama penyimpanan nilai TBA ikan salai mengalami peningkatan dengan semakin tingginya suhu penyimpanan. Terbukti pada perlakuan kemasan aluminium foil vakum hari ke-30, nilai TBA suhu 30°C adalah 0,787, nilai TBA suhu 35°C adalah 0,865, dan nilai TBA pada suhu 40°C adalah 0,973. Penyimpanan ikan salai pada suhu 40°C memiliki nilai TBA yang lebih tinggi dibandingkan yang disimpan pada suhu 35°C dan 40°C. Hal ini karena reaksi oksidasi yang terjadi pada suhu 30°C dan 35°C tidak secepat seperti yang terjadi pada suhu 40°C. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Efendi *et al.*, (2021) dimana nilai TBA pada rendang telur meningkat seiring dengan naiknya suhu dan lama penyimpanan.

Peningkatan nilai TBA mengindikasikan bahwa selama masa penyimpanan terjadi proses oksidasi yang ditandai dengan adanya kehadiran malonaldehid. Menurut Maulinda *et al.*, (2017) faktor yang berpengaruh terhadap reaksi tersebut adalah suhu. Suhu yang tinggi akan meningkatkan laju reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam produk dan berakibat pada kerusakan produk.

Selain suhu penyimpanan, lama penyimpanan ikan salai juga mempengaruhi nilai TBA ikan salai. Semakin lama penyimpanan maka nilai TBA ikan salai semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Pratiwi *et al.*, (2019) mengenai pengaruh kandungan asap cair terhadap oksidasi lemak ikan teri dimana terjadi kenaikan nilai TBA yang menunjukkan bahwa adanya proses oksidasi lemak pada ikan teri tersebut. Angka TBA mi hotong instan meningkat dari nilai awal 0,92 mg malonaldehid.kg⁻¹ menjadi 1,09 mg malonaldehid.kg⁻¹ pada penyimpanan suhu 32°C, dari 0,92 mg malonaldehid.kg⁻¹ menjadi 1,79 mg malonaldehid.kg⁻¹ pada penyimpanan suhu 45°C, dan meningkat dari 0,92 mg malonaldehid.kg⁻¹

menjadi 2,51 mg malonaldehid.kg⁻¹ pada suhu penyimpanan 55°C selama 28 hari penyimpanan.

Menurut Koh dan Surh (2015), pada masa penyimpanan terjadi akumulasi malonaldehid sebagai akibat adanya reaksi oksidasi. Lebih lanjut, Ketaren (1986) menyampaikan bahwa akumulasi malonaldehid pada saat masa penyimpanan disebabkan oleh ketidakstabilan hidroperoksida sehingga mengalami degradasi dan mengakibatkan bilangan TBA pada produk meningkat. Degradasi tersebut akan menyebabkan produk berwarna merah akibat dari reaksi kondensasi yang berasal dari dua molekul bilangan TBA dengan satu molekul malonaldehid.

Nilai TBA ikan salai pada penelitian ini memiliki nilai di bawah batas maksimal nilai TBA yang ditetapkan. Menurut SNI 01-2352-1991, batas maksimal nilai TBA minyak yang masih dapat diterima adalah 3 mg malonaldehid.kg⁻¹ sampel. Apabila nilai TBA lebih besar dari 3 mg malonaldehid.kg⁻¹ sampel, maka produk akan bersifat racun bagi tubuh dan tidak dapat dimakan. Hal ini menandakan bahwa ikan salai pada penelitian ini masih aman untuk dikonsumsi.

Penentuan Batas Kritis Nilai TBA

Penentuan titik kritis bilangan TBA ikan patin salai diperoleh dengan meregresikan skor ketengikan dengan bilangan TBA ikan patin salai yang diperoleh selama masa penyimpanan yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Batas Kritis Bilangan TBA

Jenis kemasan	suhu	persamaan regresi (y=bx+a)	Batas Kritis skor Tengik (Y)	a	b	x (batas kritis TBA)
HDPE	30	y=-3.6981x + 5.7148	2	5.7148	-3.6981	1.005
	35	y=-3.5555x + 5.5543	2	5.5543	-3.5555	1.000
	40	y=-3.5073x + 5.8131	2	5.8131	-3.5073	1.087
Aluminium Foil Non-Vakum	30	y=-4.6353x + 6.2421	2	6.2421	-4.6353	0.921
	35	y=-3.8888x + 6.3763	2	6.3763	-3.8888	1.13
	40	y=-3.8763x + 6.4625	2	6.4625	-3.8763	1.16
Aluminium Foil Vakum	30	y=-6.3537x + 7.144	2	7.144	-6.3537	0.810
	35	y=-5.5609x + 6.9197	2	6.9197	-5.5609	0.885
	40	y=-5.1919x + 6.8898	2	6.8898	-5.1919	0.942

Berdasarkan Tabel 3, batas kritis skor ketengikan produk ikan patin salai adalah saat skor ketengikan ikan salai pada uji sensoris menyentuh nilai 2. Kemudian setelah diregresikan skor ketengikan dengan bilangan TBA maka

diperoleh batas kritis bilangan TBA pada kemasan HDPE suhu 30, 35, dan 40°C secara berurutan nilainya adalah 1,005; 1,000; 1,087. Batas kritis bilangan TBA pada kemasan aluminium foil non-vakum pada suhu 30, 35 dan 40°C secara berurutan nilainya adalah 0,921; 1,130; dan 1,160. Batas kritis bilangan TBA pada kemasan aluminium foil vakum pada perlakuan suhu 30, 35 dan 40°C secara berurutan nilainya adalah 0,810; 0,885; dan 0,942.

Secara umum, nilai bilangan TBA akan mengalami peningkatan seiring dengan lama waktu penyimpanan produk. Selain itu, menurut Hermanto *et al.*, (2010), kenaikan suhu juga akan mempengaruhi terbentuknya bilangan TBA. Hal ini karena semakin tinggi suhu, maka minyak atau lemak yang ada pada produk akan semakin cepat mengalami kerusakan (teroksidasi) sehingga menghasilkan senyawa radikal bebas dan berakibat pada tingginya nilai bilangan TBA. Nilai bilangan TBA yang tinggi akan mengakibatkan nilai batas kritis TBA menjadi tinggi pula.

Berdasarkan Tabel 3, batas kritis bilangan TBA ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan HDPE memiliki nilai batas kritis TBA yang lebih tinggi diikuti dengan ikan patin yang dikemas dengan aluminium foil non-vakum dan aluminium foil vakum. Semakin tinggi nilai batas kritis bilangan TBA mengindikasikan bahwa sampel akan lebih cepat mengalami ketengikan dibandingkan produk yang memiliki nilai batas kritis TBA yang rendah. Hal ini sesuai dengan hasil uji sensoris sampel produk ikan salai yang dikemas dengan HDPE yang sudah mengalami ketengikan pada hari ke-15. Sementara, ikan patin salai yang dikemas dengan aluminium foil non-vakum dan vakum memiliki nilai batas kritis TBA yang lebih rendah dibandingkan dengan HDPE. Ikan patin salai yang dikemas dengan aluminium foil non vakum dan vakum mengalami ketengikan pada hari ke-20 dan hari ke-30.

Pendugaan Masa Simpan Berdasarkan Bilangan TBA

1. Penentuan Ordo Reaksi

Kinetika kerusakan atau penurunan mutu ikan patin salai selama penyimpanan yang disimpan pada berbagai suhu (30°C, 35°C, dan 40°C) digunakan untuk memprediksi masa simpan ikan patin salai dengan menggunakan metode Arrhenius. Apabila laju kerusakan terjadi secara linier atau konstan, maka reaksi mengikuti ordo reaksi nol. Namun, apabila laju kerusakan terjadi secara tidak konstan, maka reaksi akan mengikuti reaksi ordo pertama. Ordo reaksi yang digunakan

dalam menentukan laju penurunan mutu adalah ordo reaksi yang memiliki nilai determinasi (R^2) tertinggi.

Bilangan TBA ikan patin salai yang diperoleh selama masa penyimpanan pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C digunakan sebagai dasar penentuan masa simpan ikan patin salai metode Arrhenius. Bilangan TBA yang terbentuk pada ikan patin salai selama penyimpanan menjadi indikator telah terjadi penurunan mutu ikan patin salai. Penurunan mutu ini ditandai munculnya aroma tengik akibat terjadinya reaksi oksidasi. Nilai determinasi parameter bilangan TBA ikan patin salai yang disimpan pada berbagai suhu disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penentuan ordo reaksi untuk penentuan masa simpan

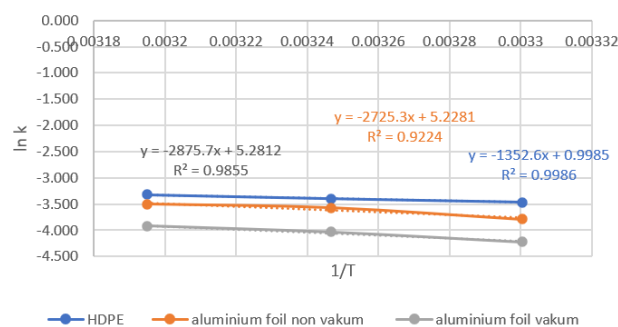
Jenis Kemasan	Suhu Penyimpanan (°C)	R^2 Ordo 0	Regresi orde 0	R^2 Ordo 1	Regresi orde 1
HDPE	30	0,9517	$Y=0.031x+0.3601$	0,8851	$Y=0.0446x-0.9525$
	35	0,9826	$Y=0.034x+0.3914$	0,8981	$Y=0.0434x-0.8554$
	40	0,9415	$Y=0.036x+0.4719$	0,8193	$Y=0.44x-0.7431$
Aluminium Foil Non-Vakum	30	0,9235	$Y=0.023x+0.3274$	0,9079	$Y=0.0365x-1.0216$
	35	0,9702	$Y=0.028x+0.372$	0,9072	$Y=0.0401x-0.912$
	40	0,9585	$Y=0.030x+0.4196$	0,8621	$Y=0.0409x-0.8348$
Aluminium Foil Vakum	30	0,9619	$Y=0.015x+0.3098$	0,9571	$Y=0.0288x-1.1084$
	35	0,9909	$Y=0.018x+0.3357$	0,9577	$Y=0.0316x-1.0324$
	40	0,9186	$Y=0.020x+0.3827$	0,8653	$Y=0.0327x-0.9316$

Penentuan ordo reaksi ditentukan dengan meregresikan bilangan TBA ikan patin salai selama masa penyimpanan terhadap suhu dan lama waktu penyimpanan. Berdasarkan Tabel 4, nilai determinasi (R^2) ordo 0 kemasan HDPE, aluminium foil non-vakum, dan aluminium foil vakum lebih tinggi dibandingkan dengan nilai determinasi pada ordo 1. Oleh sebab itu, ordo reaksi yang digunakan adalah nilai determinasi pada ordo 0 dimana dari hasil regresi ordo 0 tersebut dapat diperoleh nilai k yang digunakan untuk mendapatkan persamaan Arrhenius. Nilai k terpilih berdasarkan orde 0 pada perlakuan kemasan HDPE yang disimpan pada suhu 30°C, 35°C dan 40°C secara berurutan adalah 0,031; 0,034 dan 0,036. Nilai k terpilih pada perlakuan kemasan aluminium foil non-vakum yang disimpan pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C secara berurutan adalah 0,023; 0,028; dan 0,030. Nilai k terpilih pada perlakuan kemasan aluminium foil vakum yang disimpan pada suhu 30°C, 35°C, dan 40 C secara berurutan adalah 0,015; 0,018; dan 0,020.

2. Pendugaan Umur Simpan

Pendugaan umur simpan dilakukan untuk mengetahui seberapa lama produk mengalami suatu tingkat degradasi mutu tertentu sehingga tidak layak untuk dikonsumsi atau tidak sesuai dengan kriteria yang tercantum pada kemasan produk (Kunarto *et al.*, 2019). Produk ikan patin salai merupakan produk olahan ikan patin yang mana memiliki kadar lemak cukup tinggi. Kandungan lemak yang ada pada ikan patin berpotensi mengalami oksidasi selama masa penyimpanan yang mengakibatkan produk menjadi tengik.

Pendugaan masa simpan ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan kemasan HDPE, aluminium foil non-vakum dan aluminium foil vakum adalah dengan menggunakan reaksi ordo 0 sehingga diperoleh nilai k. Jika nilai k tersebut di anti log (ln) dan diregresikan dengan 1/T (suhu dalam Kelvin) maka akan diperoleh persamaan Arrhenius. Dari persamaan Arrhenius tersebut maka akan diperoleh nilai slope dan intersep yang digunakan untuk menentukan energi aktivasi dan laju penurunan mutu (k) ikan patin salai. Hubungan ln k dan 1/T disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1: Grafik hubungan ln k bilangan TBA dengan suhu (1/T) Ikan patin salai pada tiap jenis kemasan

Berdasarkan Gambar 1, persamaan Arrhenius ikan patin salai yang dikemas dengan HDPE adalah $\ln k = 0,9985 - 1352,6(1/T)$, kemasan aluminium foil non-vakum $\ln k = 5,2281 - 2725,3(1/T)$, dan kemasan aluminium foil vakum $\ln k = 5,2812 - 2875,5(1/T)$.

Kemasan HDPE memiliki nilai slope -1352,5 dan intersep 0,9958; kemasan aluminium foil non vakum memiliki nilai slope -2725,3 dan intersep 5,2281; serta kemasan aluminium foil vakum memiliki nilai slope -2875,7 dan intersep 5,2812. Nilai slope dan intersep yang diperoleh pada persamaan regresi tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan energi aktivasi (E_a) dan laju penurunan mutu ikan patin salai pada masing-masing perlakuan jenis kemasan dan suhu penyimpanan. Adapun nilai energi aktivasi dan laju penurunan mutu disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, energi aktivasi pada kemasan HDPE adalah sebesar 2868,77 kal/mol K dan laju penurunan mutu (k) pada suhu 30°C, 35°C dan 40°C secara berurutan adalah 0,0313; 0,0336; dan 0,0360. Energi aktivasi kemasan aluminium foil non-vakum adalah sebesar 5412,446 kal/mol K dan konstanta laju penurunan mutu pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C secara berurutan adalah 0,0231; 0,0268; dan 0,0308. Energi aktivasi ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan aluminium foil vakum adalah sebesar 5711,14 kal/mol K dan konstanta laju penurunan mutu (k) pada suhu 30°C, 35°C, dan 40°C secara berurutan adalah 0,0149; 0,0173, dan 0,0201.

Tabel 5. Nilai energi aktivasi, konstanta laju penurunan mutu, dan umur simpan ikan salai berdasarkan Bilangan TBA

Jenis kemasan	Suhu (°C)	Persamaan linier $\ln k$ vs $1/T$ (K)	Energi aktivasi (Ea)	Konstanta laju penurunan mutu (k)	Lama penyimpanan (hari)
HDPE	30	$y = -1352.6x + 0.9985$ $R^2 = 0,99$	2868,77 kal/mol K	0,0313	21,72
	35			0,0336	20,06
	40			0,0360	21,11
Aluminium Foil non-vakum	30	$y = -2725.3x + 0.2281$ $R^2 = 0,9224$	5412,446 kal/mol K	0,0231	25,72
	35			0,0268	30,03
	40			0,0308	27,04
Aluminium foil vakum	30	$y = -2875.7x + 0.2812$ $R^2 = 0,9855$	5711,14 kal/mol K	0,0149	32,56
	35			0,0173	32,24
	40			0,0201	30,61

Energi aktivasi merupakan energi minimum yang diperlukan agar suatu reaksi dapat berjalan. Nilai energi aktivasi yang kecil menunjukkan laju reaksi yang cepat sehingga produk akan lebih cepat mengalami kerusakan (Hasibuan *et al.*, 2019). Berdasarkan data pada Tabel 5, nilai energi aktivasi ikan patin salai yang dikemas dengan HDPE memiliki energi aktivasi (2868,77 kal/mol K) terendah dibandingkan dengan ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan kemasan aluminium foil non vakum dan aluminium vakum. Nilai energi aktivasi yang rendah menunjukkan bahwa laju reaksi pada ikan patin salai yang dikemas HDPE memiliki laju reaksi yang lebih cepat sehingga produk lebih cepat mengalami penurunan mutu. Hal ini diperkuat dengan prediksi masa simpan ikan patin yang dikemas dengan HDPE memiliki masa simpan selama 21,72 hari pada suhu 30°C; 20,06 hari pada suhu 35°C, dan 21,11 hari pada suhu 40°C.

Sementara, nilai energi aktivasi ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan aluminium foil vakum lebih besar (5711,14 kal/mol K)

dibandingkan dengan ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan aluminium foil non vakum (5412,446 kal/mol K). Hal ini mengindikasikan bahwa ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan aluminium foil vakum akan memiliki laju reaksi yang lebih lama sehingga produk tidak cepat mengalami kerusakan dan hal ini terlihat dari prediksi masa simpan ikan patin salai yang dikemas dengan aluminium foil vakum dapat disimpan hingga 32,56 hari pada suhu 30°C; 32,24 hari pada suhu 35°C dan 30,61 hari pada suhu 40°C. Sementara, ikan patin salai yang dikemas dengan aluminium foil non vakum dapat disimpan hingga 25,71 hari pada suhu 30°C; 30,02 hari pada suhu 35°C, dan 27,04 hari pada suhu 40°C. Berdasarkan hasil tersebut, maka ikan patin salai yang dikemas dengan menggunakan aluminium foil vakum memiliki masa simpan yang lebih lama dibandingkan dengan ikan salai yang dikemas dengan menggunakan kemasan HDPE dan aluminium foil non-vakum.

Pada kemasan aluminium foil non-vakum lama penyimpanan produk pada suhu 30°C lebih pendek dibandingkan dengan produk yang disimpan pada suhu 35°C dan 40°C. Hal ini karena produk ikan patin salai yang dikemas dengan aluminium foil non vakum pada suhu 30 dan 40°C lebih cepat mengalami ketengikan dibandingkan dengan ikan patin salai yang disimpan pada suhu 35°C. Hasil yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Kusnandar *et al.*, (2017) yang menunjukkan bahwa bilangan TBA selama masa pengamatan mengalami fluktuatif pada beberapa titik. Menurut Sans dan Chozas (1998), terdapat zat lain yang dapat bereaksi dengan TBA yang disebut dengan TBARS diantaranya adalah asam amino, gula, amida, protein teroksidasi, ester, imida dan pirimidin.

Teknik pengemasan menggunakan aluminium foil vakum terbukti dapat meningkatkan umur simpan ikan patin salai dibandingkan kemasan HDPE dan aluminium foil non-vakum, karena pada teknik pengemasan vakum tercipta kondisi tanpa oksigen dalam kemasan sehingga dapat memperlambat terjadinya proses oksidasi pada ikan salai. Menurut Hasibuan (2020), cara untuk memperlambat reaksi oksidasi adalah dengan menggunakan wadah kaca berwarna, tidak tembus cahaya, menggunakan bahan pembungkus, dan penambahan antioksidan (Fauzi *et al.*, 2016).

Hubungan energi aktivasi dengan laju penurunan mutu pada penelitian ini berbanding terbalik serta berpengaruh terhadap umur simpan produk. Nilai energi aktivasi yang kecil

menunjukkan nilai laju penurunan mutu yang besar. Begitu pula sebaliknya, nilai energi aktivasi yang besar akan membuat nilai penurunan laju mutu akan kecil, sehingga umur simpan produk akan semakin lama. Wasono dan Yuwono (2014) menyatakan bahwa nilai energi aktivasi (E_a) adalah seberapa besar energi yang dibutuhkan oleh senyawa kimia untuk memulai suatu reaksi. Oleh sebab itu, nilai energi aktivasi yang tinggi merupakan indikator bahwa umur simpan produk akan lebih lama.

Berdasarkan Tabel 5, nilai energi aktivasi pada penelitian ini tergolong ke dalam nilai energi aktivasi rendah yaitu di bawah dari 15.000 kal.mol^{-1} , hal ini dikarenakan pada penelitian ini terjadi kerusakan pada lemak. Menurut Arpah (2001), energi aktivasi dikelompokkan dalam 3 golongan yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Golongan reaksi yang energi aktivasinya rendah berkisar antara 200 – 15.000 kal.mol^{-1} , dimana pada rentang ini terjadi reaksi-reaksi kerusakan pigmen karotenoid, klorofil, dan reaksi oksidasi asam lemak.

4. KESIMPULAN

Masa simpan ikan patin salai yang dikemas dengan plastik HDPE, aluminium foil vakum, dan aluminium foil non -vakum ditentukan berdasarkan nilai bilangan TBA masa penyimpanan dengan mengikuti ordo reaksi nol. Hasil penelitian menunjukkan ikan salai yang dikemas dengan aluminium foil vakum memiliki masa simpan yang lebih lama dibandingkan dengan ikan salai yang dikemas dengan menggunakan aluminium foil non-vakum dan plastik HDPE.

Berdasarkan uji TBA, ikan patin salai yang dikemas menggunakan aluminium foil vakum dan disimpan pada suhu 30°C dapat disimpan selama 32,56 hari. Masa simpan ikan salai perlakuan kemasan aluminium foil non-vakum pada suhu 30°C adalah 25,72 hari, serta masa simpan ikan salai yang dikemas dengan menggunakan plastik HDPE pada suhu 30°C adalah 21,72 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengemasan ikan salai patin dengan menggunakan aluminium foil pengemasan vakum memiliki masa simpan yang paling lama dibandingkan dengan ikan salai patin yang dikemas dengan aluminium foil non-vakum dan plastik HDPE.

DAFTAR PUSTAKA

Arbi, B., Ma'ruf, W. F., Romadhon, R. 2017. Aktivitas Senyawa Bioaktif Selada laut (*Ulva lactuca*) Sebagai Antioksidan pada Minyak Ikan. Indonesia Journal of Fisheries Science and Technology 12(1): 12-18.
 Arpah, M. 2007. Penentuan Kadalawarsa Produk Pangan.

Institut Pertanian Bogor. Bogor
 Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2019. Produksi Budidaya Perikanan Menurut Provinsi dan Subsektor. BPS. Pekanbaru.
 Efendi, R., Ayu, D. F., Nofaren, N. 2021. Pendugaan Umur Simpan Rendang Telur yang Dikemas Plastik High Density Polyetilen (HDPE) dan Aluminium Foil dengan Teknik Pengemasan Berbeda Menggunakan Metode Akselerasi. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia 13(1): 1-8.
 Fauzi, A., Surti, T., Rianingsih, L. 2016. Efektivitas Daun The (*Camellia sinensis*) Sebagai Antioksidan pada Fillet Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) Selama Penyimpanan Dingin. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Penelitian 5(4): 1-10.
 Hariyadi, P. 2019. Masa Simpan dan Batas Kadalawarsa Produk Pangan: Pendugaan, Pengelolaan dan Penandanya. Gramedia. Jakarta.
 Hasany, M. R., Afrianto, E., Pratama, R. I. 2017. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius Pada Fruit Nori. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan VIII (1): 48-55.
 Hasibuan, Hasrul, A. 2020. Reviu Jenis, Aspek Perlindungan dan Migrasi Bahan Kemasan dalam Pengemasan Minyak Nabati. Pangan 29(3): 243-252.
 Hasibuan, M. N., Indarti, E., Erfiza, N. M. 2019. Analisis Organoleptik (Aroma dan Warna) dan Nilai TBA dalam Pendugaan Umur Simpan Bumbu Mi Aceh dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Menggunakan Persamaan Arrhenius. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia 11(2): 69-74.
 Hawa, L. C., Setiawan, W. P., Ahmad, A. M. 2018. Aplikasi Teknik Penyimpanan Menggunakan Pengemas Vakum Pada Berbagai Jenis Beras. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem 6(2): 145-156.
 Hunaefi, D., Ulfah, F. 2019. Pendugaan Umur Simpan Produk Pastry dengan Quantitative Descriptive Analysis (QDA) dan Metode Arrhenius. Jurnal Mutu Pangan 6(2): 72-78
 Jay, J. M. 2013. Modern Food Microbiology 4th edition. New York: D Von Nostrand Company.
 Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia. Jakarta.
 Koh, E., Surh, J. 2015. Food Types and Frying Frequency Affect The Lipid Oxidation of Deep Frying Oil for the Preparation of School Meals in Korea. Food Chemistry 174: 467-472.
 Kunarto, B., Sutardi., Supriyanto., Anwar, C. 2019. Pendugaan Umur Simpan Ekstrak Kering Beku Biji Melinjo Kerikil (*Gnetum gnemon* L.) Berdasarkan Kadar Senyawa Resveratrol dan Aktivitas Antioksidan. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian 16(2): 73-79.
 Kusnandar, F., Khonza, M., Budijanto, S. 2017. Perubahan Mutu Beras Analog Jagung Selama Penyimpanan dan Penentuan Umur Simpannya dengan Metode Arrhenius. Jurnal Mutu Pangan 4(2): 51-58.
 Maulinda, L., Nasrul, Z. A., Nurbaity. 2017. Hidrolisis Asam Lemak Dari Buah Sawit Sisa Sortiran. Jurnal Teknologi Kimia Unimal 6(2): 1-15.
 Novitasari, E. 2018. Pendugaan Umur Simpan Wajik yang Dikemas dengan Kertas Minyak dan Edible Film Tapioka Menggunakan Metode Akselerasi. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru
 Pangestika, W., Putri, F. W., Arumsari, K. 2021. Pemanfaatan Tepung Tulang Ikan Patin dan Tepung Tulang Ikan Tuna untuk Pembuatan Cookies. Jurnal Pangan dan Agroindustri 9(1): 44-55.
 Pratiwi, S. S., Swastawati, F., Fahmi, A. S. 2019. Pengaruh Kandungan Asap Cair Terhadap Oksidasi Lemak Ikan teri

- Galer (*Stolephorus indicus*) Asin Kering Selama Penyimpanan Suhu Ruang. Jurnal teknologi Perikanan 1(2): 30-38.
- Sans, R. G., Chozas, M. G. 1998. The Thiobarbituric Acid (TBA) Reaction in Food: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 38(4): 315-330.
- Sarungallo, Z. L., Santoso, B., Tethool, E. F., Situngkir, R. U., Tupamahu, J. 2018. Kinetika Perubahan Mutu Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus*) Selama Penyimpanan. Agritech 38(1): 64-70.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., Sari, M. P. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi. 1997. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Wahyuni, N, N., Rianingsih, L., Romadhon. 2021. Pengaruh Pengemasan Vakum dan Non Vakum Terhadap Kualitas Bekasam Instan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Selama Penyimpanan Suhu Ruang. Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan 3(1): 26-33.
- Wasono, M. S. E., Yuwono, S. S. 2014. Pendugaan Umur Simpan Tepung Pisang Goreng Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing Dengan Pendekatan Arrhenius. Jurnal Pangan Dan Agroindustri 2(4): 178-187.
- Wulandari, A., Waluyo, S., Novita, D. D. 2013. Prediksi Umur Simpan Kerupuk Kemplang dalam Kemasan Plastik Polipropilen Beberapa Ketebalan. Jurnal Teknik Pertanian Lampung 2(2): 105-114.