

## PENDUGAAN UMUR SIMPAN DAN PERUBAHAN ASAM LEMAK ABON JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*) SELAMA PENYIMPANAN

### *Estimation of Shelf Life and Fatty Acid Changes of Oyster Mushroom (Pleurotus ostreatus) Floss During Storage*

Sudarminto Setyo Yuwono, Nundiah Zuhrohfi Immaroh\*, Harijono  
Departemen Ilmu Pangan dan Bioteknologi - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran - Malang 65145  
Penulis Korespondensi, email : Nundiahzi@gmail.com

Disubmit : 20 Februari 2022

Direvisi : 22 Desember 2023

Diterima : 31 Desember 2023

#### ABSTRAK

Jamur tiram dapat dimanfaatkan dalam pengembangan produk abon. Abon, salah satu produk pangan kering, umumnya berbahan baku daging melalui proses perebusan dan penggorengan. Selama penyimpanan, abon jamur tiram mengalami penurunan mutu, seperti munculnya aroma tengik akibat reaksi oksidasi. Penentuan umur simpan atau masa kadaluarsa sangat dibutuhkan agar diketahui batasan waktu produk dalam kondisi layak konsumsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui umur simpan abon jamur tiram serta perubahan asam lemak sebelum dan sesudah penyimpanan. Penentuan umur simpan abon jamur tiram menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan persamaan Arrhenius, penyimpanan pada suhu 35, 45, dan 55°C. Hasil penelitian menunjukkan 60% panelis terlatih menolak abon jamur tiram pada hari ke-147. Mutu kritis warna  $L^*$  33,2;  $a^*$  18,8;  $b^*$  16, nilai peroksida 16,45 Meq/kg, asam lemak bebas 0,83 dan TBA 3,46 mg/kg. Penentuan umur simpan menggunakan nilai energi aktivasi terendah, yaitu parameter TBA sebesar 3982,931 kal/mol dengan persamaan regresi linier dari plot Arrhenius  $y = -2.005,5x + 1,5173$  dan nilai  $R^2$  0,908. Umur simpan abon jamur tiram apabila disimpan pada suhu 25, 27, dan 30°C berturut-turut adalah 515,34; 489,49; dan 458,14 hari. Terdapat enam senyawa baru yang muncul selama penyimpanan, yaitu *Octanoic acid, methyl ester (Cas) Methyl octanoate, Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (Cas) Methyl 14-Methyl-Pentadecanoate, Nonanoic Acid (Cas) Nonoic Acid, 2-Isononenal (Cas) Branched Chain 2-Nonenal, Heptanoic Acid, 3,6,6-Trimethyl-, Methyl Ester (Cas) 3,6,6-Trimethylheptanoic Acid Methyl Ester, 9-Octadecenoic Acid (Z)- (Cas) Oleic Acid, 13-Docosenoic Acid, Methyl Ester (Cas) Methyl 13-Docosenoate*. Jenis asam lemak tersebut dapat menimbulkan aroma tengik.

Kata kunci: Abon Jamur Tiram; Asam Peroksida; ASLT; GC-MS; TBA

#### ABSTRACT

Oyster mushrooms can be utilized in the development of floss products. Floss is a dry food product generally made of meat that goes through boiling and frying processes. During the storage period, oyster mushroom floss experienced a decline in quality, like the emergence of a rancid smell caused by an oxidation reaction. This research aimed to determine the shelf life of oyster mushroom floss and fatty acid changes before and after storage. This research used the *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) method with the Arrhenius equation to determine the shelf life of oyster mushroom floss. The results showed that as much as 60% of trained panelists refused oyster mushroom floss on the 147<sup>th</sup> day. The critical quality of color was  $L^*$  of 33.2;  $a^*$  of 18.8;  $b^*$  of 16, peroxide value of 16.45 Meq/kg, free fatty acid value of 0.83, and TBA value of 3.46 mg/kg. The determination of the shelf life using the lowest activation energy value was the TBA parameter, which amounted to 3134.76 cal/mol with linear regression equation of the Arrhenius plot  $y = -2,005.5x + 1.5173$  and the

*R*<sup>2</sup> value of 0.908. The shelf life of oyster mushroom floss at 25, 27, and 30°C were 515.34; 489.49; and 458.14 days, respectively. Six new compounds appeared during storage, like Octanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl octanoate, Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS) Methyl 14-Methyl-Pentadecanoate, Nonanoic acid (CAS) Nonoic acid, 2-Isononenal (CAS) Branched Chain 2-Nonenal, Heptanoic acid, 3,6,6-trimethyl-, methyl ester (CAS) 3,6,6-Trimethylheptanoic Acid Methyl Ester, 9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid, 13-Docosenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 13-Docosenoate. These types of fatty acids can give off a rancid aroma.

**Keywords:** ASLT; GC-MS; Oyster Mushroom Floss; Peroxide Acid; TBA

## PENDAHULUAN

Jamur tiram putih (*Plaeotus Ostreatus*) dikenal sebagai jamur yang cukup sederhana untuk dibudidayakan di daerah tropis maupun subtropis. Data Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur tahun 2019 menunjukkan bahwa produksi jamur di Provinsi Jawa Timur sebesar 807,18 juta kg pada tahun 2018. Komponen yang terkandung dalam 100 g jamur tiram antar lain adalah air 89,18 g; energi 139 kJ; protein 3,31 g; total lemak 0,41 g; karbohidrat 6,09 g; dan total serat 2,3 g (USDA, 2018). Jamur tiram umumnya dikonsumsi sebagai lauk karena memiliki tekstur yang hampir mirip dengan daging. Tingginya kandungan air mengakibatkan jamur tiram mudah rusak, sehingga untuk dapat mempertahankan atau bahkan dapat meningkatkan nilai ekonomisnya maka diperlukan pengolahan lebih lanjut. Oleh karena itu, produk pengolahan jamur tiram seperti menjadi nugget, sosis, keripik, dan abon banyak dikembangkan.

Abon daging merupakan jenis makanan kering yang berbahan dasar daging, melalui proses perebusan, penyuwiran, pemberian bumbu, penggorengan atau penyangraian, dan dapat melalui proses pengurangan minyak, dengan atau tanpa menambahkan bahan pangan lain dan bahan tambahan yang diizinkan (BSN, 2021). Penggorengan dapat dikatakan sebagai proses dehidrasi melalui penguapan air yang menggunakan minyak sebagai medium panas. Sebagian minyak akan terserap masuk ke dalam makanan yang digoreng dan akan mempengaruhi kualitas organoleptik abon. Selama penggorengan, produk akan menyerap minyak dalam produk yang umumnya dihubungkan dengan kadar air produk.

Media yang digunakan sebagai pengantar panas adalah minyak, di mana harus mempunyai sifat yang tidak dapat bersatu dengan air, diketahui bahwa produk pertanian mengandung banyak air. Air dan minyak tidak dapat menyatu satu sama lain, dan berperan dalam proses penggorengan. Suhu penggorengan yang tinggi mengakibatkan air dalam bahan berubah menjadi uap air dan ruang kosong tersebut diisi oleh minyak (Jamaluddin, 2018). Minyak kelapa sawit umumnya adalah minyak yang digunakan untuk menggoreng. Minyak jenis ini mengandung lemak jenuh dan lemak tidak jenuh. Komponen lemak tersebut yang dapat mengakibatkan ketengikan pada abon jamur tiram selama penyimpanan. Selama penyimpanan produk abon mungkin mengalami kontak dengan uap air, oksigen, cahaya, dan panas dari lingkungan yang mengakibatkan kerusakan produk, ditandai dengan munculnya aroma tengik.

Penetapan umur simpan pada penelitian ini menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan persamaan Arrhenius untuk mempercepat reaksi penurunan mutu produk. Menurut Tridiyani *et al.* (2012), pengemasan abon ikan marlin menggunakan kemasan plastik HDPE dengan kondisi vakum mampu bertahan sampai 224 hari, 161 hari, dan 112 hari dengan suhu penyimpanan masing-masing 35°C, 40°C, dan 45°C. Hasil perhitungan umur simpan abon ikan lele pada penelitian Yanuari (2017) berdasarkan parameter nilai TBA pada penyimpanan suhu 30°C adalah selama 139,34 hari dengan energi aktivasi parameter TBA 3.302,52 kal/mol.

Pendekatan yang sering digunakan dalam penentuan umur simpan umumnya dititiktekan pada kerusakan atau

penurunan mutu pangan karena adanya reaksi yang dipengaruhi oleh transfer panas dan transfer massa. Transfer massa dapat dibuat minimal, misal dengan penggunaan bahan pengemas aluminium foil yang memiliki permeabilitas rendah, sehingga transfer panas menjadi penentu kerusakan makanan selama penyimpanan. Penentuan umur simpan abon jamur tiram dibutuhkan untuk menentukan waktu kadaluarsa produk abon jamur tiram. Berdasarkan penjabaran diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan abon jamur tiram menggunakan metode ASLT dengan persamaan Arrhenius dan perubahan komposisi asam lemak sebelum dan sesudah penyimpanan.

## METODE

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abon jamur tiram yang diperoleh dari UMKM Ailani Food Malang. Selain itu, bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis, yaitu pelarut petroleum eter, HCl 38%, NaOH 0,1 N, kertas saring, reagen TBA (0,02 M), aquades, asam asetat kloroform (3:2), KI jenuh, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 0,1 N, indikator PP, alkohol, asam oksalat, larutan pati 1%.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian, yaitu *papper cup*, nampan, sendok, pisau, timbangan digital (*Denver Instrument M-310*), oven listrik (*Memmert*), *glassware*, pipet volumetrik 1 mL, 5 mL, 10 mL, pipet tetes, spatula, desikator (*Nuceite*), *shaker water bath* (*Memmert*), unit destilasi (*Behr*), *soxlet*, muffle furnace, spektrofotometer (*Jenway 305*), neraca analitik (*adventurer pro AV412*), statif karet hisap, *color reader* (*Konica Minolta CR-10 Japan*), spatula besi, dan GC-MS (*QP2010*).

### Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari penentuan panelis terlatih, penentuan umur simpan, dan selanjutnya dilakukan karakterisasi asam lemak. Panelis terlatih terdiri dari 10 orang yang telah melalui proses seleksi uji rasa dan aroma dasar, uji ambang mutlak, dan pelatihan intensitas atribut. Panelis terlatih nantinya akan

mencicipi produk abon jamur tiram yang disimpan pada suhu 55°C dengan tujuan untuk penentuan karakteristik mutu kritis dari abon jamur tiram tersebut. Panelis terlatih mencicipi produk abon jamur tiram setiap minggu pada hari yang telah disepakati, yaitu pada hari Rabu. Pengujian sensoris dilakukan sampai ditolak lebih dari 60% panelis terlatih.

Setelah ditolak oleh panelis terlatih, dilakukan perhitungan umur simpan untuk mengetahui umur masa simpan abon jamur tiram yang disimpan pada suhu 35°C, 45°C, dan 55°C. Penentuan umur simpan abon jamur tiram menggunakan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius. Pengamatan pada abon jamur tiram dilakukan setiap tujuh hari sekali selama empat minggu pertama penyimpanan dan pada akhir penyimpanan, yaitu ketika sudah ditolak lebih dari 60% panelis.

### Parameter Penelitian

Parameter pengamatan terdiri dari parameter warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), FFA (*Free Fatty Acids*), nilai TBA (*Thiobarbituric acids*), dan nilai peroksida. Nilai hasil pengamatan abon jamur tiram kemudian diplotkan sehingga diperoleh persamaan regresi linier dari tiga suhu penyimpanan yang berbeda. Persamaan diperoleh dari nilai slope dan nilai konstanta, kemudian menentukan ordo. Penentuan ordo didasarkan pada nilai R<sup>2</sup> yang paling besar.

Persamaan Arrhenius diperoleh dari nilai x dan y terlebih dahulu dari masing-masing suhu. Di mana, x adalah 1/T (suhu dirubah dari Celcius menjadi Kelvin terlebih dahulu); y adalah ln k, K merupakan nilai dari slope (b) yang diperoleh pada persamaan regresi linier. Ea merupakan energi aktivasi dan R merupakan konstanta gas ideal, yaitu 1.986 kal/mol K.

Setelah memperoleh nilai k yang menjadi faktor pre-eksponensial dan nilai energi aktivasi yang menunjukkan perubahan karakteristik abon jamur tiram, di mana  $E_{A0} = E$ , sehingga diperoleh persamaan Arrhenius yang menggambarkan persamaan laju reaksi perubahan karakteristik abon jamur tiram yang ditunjukkan pada persamaan (1).

$$K = k.e^{-E/RT} \dots\dots\dots (1)$$

Setelah mendapatkan persamaan Arrhenius, kemudian menghitung nilai konstanta dengan menggunakan suhu penyimpanan. Nilai energi aktivasi terendah akan digunakan sebagai penentu umur simpan. Perhitungan umur simpan menggunakan persamaan reaksi berdasarkan ordo reaksi. Umur simpan dapat dihitung dengan memasukkan nilai suhu ke dalam Persamaan (2), di mana pada penelitian ini dicoba dengan menggunakan suhu penyimpanan 25°C, 27°C, dan 30°C.

$$\ln k = \ln k_0 - (E/R) (1/T) \dots\dots\dots (2)$$

Nilai konstanta (k) yang diperoleh dimasukkan dalam persamaan orde reaksi, sehingga diperoleh umur simpan abon jamur tiram.

**Analisis dan Pengolahan Data**

Prosedur analisis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi warna (Yuwono dan Susanto, 1998), nilai TBA, asam lemak bebas (Sudarmadji, 1997), nilai peroksida (Sudarmadji, 1997) dan GC-MS. Analisis data dilakukan dengan menggunakan software Minitab 18 dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Sensoris**

Penentuan titik akhir penyimpanan abon jamur tiram berdasarkan analisis sensoris dan kimia. Analisis sensoris dilakukan setiap 7 hari sekali dengan menggunakan 10 panelis terlatih hingga

ditolak oleh 60% panelis. Menurut Fisher dan Scout (2007) dalam Yanuari (2017), peluang statistik dalam menentukan jawaban yang benar antara menerima atau menolak adalah 50%. Oleh karena itu, untuk meminimalisir kesalahan analisis sensoris, dilakukan hingga penurunan mutu ditolak lebih dari 50% panelis.

Daya terima abon jamur tiram pada penyimpanan suhu 55°C dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai penerimaan abon jamur tiram pada hari pertama penyimpanan adalah 100% dan mengalami penurunan menjadi 40% pada hari ke-147. Sementara itu, nilai penolakan pada hari pertama adalah 0% dan pada hari ke-147 meningkat menjadi 60%.

Parameter yang menjadi penentu kriteria penolakan abon jamur tiram oleh panelis adalah parameter aroma tengik yang mana munculnya aroma tengik merupakan sebuah tanda bahwa telah terjadi kerusakan produk pangan terutama produk yang mengandung lemak, yang diikuti rasa dan terakhir adalah warna. Munculnya aroma tengik dapat diakibatkan oleh kondisi suhu dan waktu penyimpanan. Tingginya suhu dan lama waktu penyimpanan mengakibatkan terbentuknya reaksi oksidasi yang menimbulkan munculnya aroma kurang sedap (tengik) (Tridiyani *et al.*, 2012).

**Karakteristik Mutu Abon Jamur Tiram**

Analisis dilakukan pada awal dan akhir penyimpanan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik mutu awal (A<sub>0</sub>) dan mutu abon jamur tiram setelah disimpan (A<sub>t</sub>). Nilai karakteristik mutu abon jamur tiram sebelum dan sesudah penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai penerimaan abon jamur tiram sepanjang penyimpanan pada suhu 55°C

Hari ke-	Parameter			% Penerimaan	% Penolakan
	Rasa	Warna	Aroma tengik		
0	9	10,8	0	100%	0
147	4,6	8,1	8,7	40%	60%

Analisis karakteristik abon jamur tiram pada awal penyimpanan dan akhir penyimpanan meliputi analisis warna, nilai peroksida, nilai asam lemak bebas dan nilai TBA. Pada hasil analisis warna pada awal penyimpanan untuk tingkat kecerahan warna (L\*), intensitas warna merah dan

intensitas warna kuning berturut-turut sebesar 40; 18,2; dan 17,9. Sementara itu, setelah dilakukan penyimpanan mengalami penurunan secara berturut-turut menjadi 33,2; 14,8; dan 16. Perubahan warna selama penyimpanan diakibatkan oleh suhu penyimpanan yang tinggi, sehingga warna

abon yang semula coklat keemasan berubah menjadi warna coklat gelap. Hal tersebut sesuai dengan Saragih *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa tinggi suhu

penyimpanan mengakibatkan penurunan nilai warna. Perubahan warna selama penyimpanan diakibatkan oleh laju reaksi oksidasi yang meningkat.

Tabel 2. Karakteristik abon jamur tiram sebelum penyimpanan ( $A_0$ ) Hari ke-0 dan sesudah penyimpanan ( $A_t$ ) hari ke-147 pada Suhu 55°C

No.	Parameter	Nilai Awal penyimpanan ( $A_0$ )	Nilai akhir penyimpanan ( $A_t$ )
Analisis warna:			
1.	Kecerahan Warna ( $L^*$ )	40	33,2
	Warna Merah(kemerahan) ( $a^*$ )	18,1	14,8
	Warna Kuning (kekuningan) ( $b^*$ )	17,9	16
2.	Nilai TBA (mg/kg)	0,67	3,46
3.	Nilai peroksida	2,08	16,45
4.	Asam Lemak Bebas (FFA)	0,05	0,83

Nilai asam lemak bebas sebelum penyimpanan sebesar 0,05% dan setelah dilakukan penyimpanan naik menjadi 0,83%. Perubahan nilai asam lemak yang semakin meningkat selama proses penyimpanan diakibatkan oleh perubahan fisik dan kimia pada minyak yang terkandung dalam produk yang terjadi karena adanya proses hidrolisis dan oksidasi (Nurhasnawati, 2017). Nilai peroksida sebelum penyimpanan 2,08 meq/g, sementara setelah penyimpanan sebesar 16,45 meq/g. Selama penyimpanan, nilai bilangan peroksida mengalami kenaikan. Nilai TBA sebelum penyimpanan sebesar 0,67 mg/kg, sementara setelah penyimpanan sebesar 3,45 mg/kg. Semakin lama dan tingginya suhu penyimpanan menunjukkan nilai TBA yang meningkat. Hal ini dikarenakan adanya reaksi oksidasi pada minyak yang terkandung dalam produk. Faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan nilai TBA antara lain cahaya, oksigen, logam, dan suhu (Montesqrit *et al.*, 2013).

#### Penentuan Laju Kerusakan

Hasil pengamatan terhadap kenaikan nilai asam lemak bebas, peroksida, TBA, dan warna abon jamur tiram dapat dilihat pada Tabel 3.

##### a. Asam Lemak Bebas (FFA)

Asam lemak bebas (FFA) merupakan indikator yang menunjukkan tingkat hidrolisis lemak. Kadar asam lemak bebas

abon jamur tiram yang disimpan pada suhu 35°C, 45°C, dan 55°C selama 28 hari secara berturut-turut sebesar 0,164%; 0,244% dan 0,302%. Asam lemak bebas yang terbentuk pada abon jamur tiram diakibatkan adanya kandungan air pada jamur tiram ketika digoreng menggunakan media minyak goreng. Pernyataan tersebut didukung oleh Nayak *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa proses penggorengan dengan kondisi air yang cukup banyak dapat mengakibatkan minyak mengalami hidrolisis dan menghasilkan asam lemak bebas, trigliserida, asam lemak dan juga gliserol. Selain kandungan air, asam lemak bebas (FFA) pada abon jamur tiram dipengaruhi oleh kandungan protein yang cukup tinggi.

Kadar asam lemak bebas abon jamur tiram meningkat seiring dengan tingginya suhu penyimpanan. Penyimpanan abon jamur tiram pada suhu tinggi dapat mempercepat kerusakan dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu ruang atau suhu rendah (Kumalasari *et al.*, 2018). Kadar asam lemak bebas yang semakin meningkat dapat diakibatkan oleh reaksi hidrolisis oleh minyak yang terkandung dalam produk. Reaksi hidrolisis dapat terjadi dengan cepat karena dipengaruhi suhu penyimpanan yang tinggi sehingga mempercepat reaksi hidrolisis lemak. Penyimpanan yang kurang tepat dalam jangka waktu yang lama mengakibatkan putusannya ikatan gliserida kemudian membentuk asam lemak dan gliserol (Nurhasnawati, 2017), sehingga dapat merusak lemak atau minyak.

Kandungan air pada lemak atau minyak dapat terhidrolisis dan mengakibatkan munculnya rasa dan aroma tengik.

**b. Nilai Peroksida**

Pengujian nilai peroksida bertujuan untuk mengetahui dan menentukan indeks jumlah lemak atau minyak yang dapat merubah struktur yang terjadi melalui proses reaksi oksidasi (Ningsih *et al.*, 2017). Nilai peroksida merupakan indikator penting pada tahap awal terjadinya oksidasi dengan mengukur kandungan hidroperoksida. Nilai peroksida juga digunakan untuk memantau oksidasi lemak selama proses maupun penyimpanan (Hori *et al.*, 2019). Jumlah nilai peroksida dapat digunakan sebagai tanda munculnya aroma tengik, apabila nilai peroksida sudah melebihi batas (Gotoh dan Wada, 2006).

Hasil analisis nilai peroksida pada penyimpanan suhu 35°C, 45°C, dan 55°C

selama penyimpanan 28 hari secara berturut-turut sebesar 3,498 meq/kg; 3,856 meq/kg dan 4,162 meq/kg. Nilai peroksida meningkat seiring dengan tingginya suhu penyimpanan yang dapat dilihat pada Tabel 3. Jumlah nilai peroksida yang terbentuk menunjukkan bahwa derajat oksidasi primer berhubungan dengan ketengikan. Peningkatan nilai peroksida menunjukkan bahwa pembentukan hidroperoksida terjadi pada proses oksidasi lipid (Hayun *et al.*, 2020). Pada suhu tinggi oksigen bereaksi dengan minyak atau lemak, untuk memecah hidroperoksida menjadi senyawa sekunder membutuhkan oksigen, sehingga menghasilkan lebih banyak senyawa peroksida. Nilai peroksida yang rendah bukan menunjukkan kondisi oksidasi masih berada pada tahap awal, tetapi dimungkinkan produk hasil oksidasi lemak sudah terurai menjadi senyawa lain pada tingkat lanjut (Dewi *et al.*, 2011).

Tabel. 3 Hasil pengaruh suhu penyimpanan terhadap sifat fisik an kimia abon jamur tiram

Suhu (°C)	Parameter					
	FFA	Peroksida	TBA	L*	A*	B*
35	0,164±0,09 <sup>a</sup>	3,498±0,86 <sup>a</sup>	0,818±0,08 <sup>a</sup>	37,82±1,75 <sup>a</sup>	17,98±0,45 <sup>a</sup>	17,84±0,19 <sup>a</sup>
45	0,244±0,14 <sup>ab</sup>	3,856±1,09 <sup>ab</sup>	0,847±0,10 <sup>ab</sup>	36,74±2,35 <sup>ab</sup>	17,16±0,81 <sup>a</sup>	17,04±0,99 <sup>ab</sup>
55	0,302±0,18 <sup>b</sup>	4,162±1,42 <sup>b</sup>	0,867±0,11 <sup>b</sup>	36,4±3,01 <sup>b</sup>	17,24±1,16 <sup>a</sup>	16,4±0,95 <sup>b</sup>

**c. Nilai TBA**

Nilai TBA digunakan sebagai indikator dalam penentuan derajat oksidasi lemak berdasarkan kandungan malonaldehid. Hasil analisis nilai TBA pada penyimpanan suhu 35°C, 45°C, dan 55°C selama penyimpanan 28 hari secara berturut-turut sebesar 0,818 meq/kg; 0,847 meq/kg dan 0,867 meq/kg. Nilai TBA dapat dilihat pada Tabel 3. Selama waktu penyimpanan, nilai TBA meningkat seiring dengan tingginya suhu dan waktu penyimpanan. Kenaikan nilai TBA salah satunya diakibatkan oleh faktor suhu penyimpanan (Hasibuan *et al.*, 2020), di mana semakin tinggi suhu maka nilai TBA akan semakin meningkat. Nilai TBA meningkat karena rusaknya lemak yang dapat menimbulkan rasa dan aroma tengik. Hidroperoksida yang terbentuk pada reaksi sebelumnya tidak stabil, sehingga dapat terurai dengan cepat dan membentuk senyawa sekunder seperti aldehid, keton,

asam dan ester, yang menyebabkan munculnya aroma tengik (Domínguez *et al.*, 2019).

**d. Warna**

Analisis fisik berupa warna pada abon jamur tiram bertujuan untuk mengetahui perubahan warna pada suhu penyimpanan yang berbeda. Hasil analisis warna abon jamur tiram pada Tabel 3 menunjukkan perubahan warna yang semakin gelap seiring dengan tingginya suhu penyimpanan abon. Perubahan warna abon jamur tiram diakibatkan oleh reaksi enzimatis. Menurut Cahya *et al.* (2014), kandungan enzim polifenol oksidase yang terdapat dalam jamur tiram akan berubah warna apabila terkena oksigen. Jumlah malonaldehid yang tinggi mengakibatkan warna abon jamur tiram yang semakin gelap. Semakin tinggi kandungan malonaldehid, maka akan semakin labil dan reaktif terhadap asam amino, peptide dan

protein, di mana warna yang terbentuk diakibatkan oleh reaksi tersebut.

**Penentuan Orde Reaksi Abon Jamur Tiram**  
**a. Asam lemak bebas (FFA)**

Pemilihan orde nilai asam lemak bebas disajikan pada Tabel 4. Hasil persamaan reaksi asam lemak bebas abon jamur tiram yang disimpan pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda mengikuti reaksi orde nol. Hal ini dikarenakan nilai koefisien determinasi orde nol lebih besar dibandingkan nilai koefisien determinasi orde satu, sehingga orde nol digunakan untuk menentukan umur simpan abon jamur tiram. Langkah selanjutnya adalah penentuan persamaan Arrhenius dengan

cara memplot nilai  $\ln k$  dan  $1/T$  pada reaksi perubahan nilai asam lemak bebas.

**b. Nilai Peroksida**

Pemilihan orde nilai asam peroksida dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil persamaan reaksi nilai peroksida abon jamur tiram pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda mengikuti reaksi orde nol. Hal ini dikarenakan nilai koefisien determinasi orde nol lebih besar dibandingkan nilai koefisien determinasi orde satu, sehingga orde nol yang digunakan untuk menentukan umur simpan abon jamur tiram. Langkah selanjutnya adalah penentuan persamaan Arrhenius dengan cara memplot nilai  $\ln$  konstanta dan  $1/T$  pada perubahan nilai peroksida.

Tabel. 4 Regresi Linier parameter asam lemak bebas orde nol dan orde satu pada abon jamur tiram

Suhu (°C)	Persamaan Reaksi		R <sup>2</sup>	
	Orde Nol	Orde Satu	Orde Nol	Orde Satu
35	0,0082 x + 0,055	0,0607 x - 2,797	0,92397	0,88372
45	0,0127 x + 0,071	0,0711 x - 2,614	0,91789	0,84395
55	0,0157 x + 0,084	0,0766 x - 2,527	0,88152	0,81048

Tabel 5. Persamaan regresi linier parameter nilai peroksida orde nol dan orde satu pada abon jamur tiram

Suhu (°C)	Persamaan Reaksi		R <sup>2</sup>	
	Orde Nol	Orde Satu	Orde Nol	Orde Satu
35	0,0716 x + 2,496	0,0230 x + 0,900	0,84080	0,78047
45	0,0926 x + 2,560	0,0275 x + 0,932	0,86870	0,79641
55	0,1213 x + 2,464	0,0336 x + 0,896	0,88626	0,84227

Tabel 6. Persamaan regresi linier parameter nilai TBA orde nol dan orde satu pada abon jamur tiram

Suhu (°C)	Persamaan Reaksi		R <sup>2</sup>	
	Orde Nol	Orde Satu	Orde Nol	Orde Satu
35	0,0065X + 0,727	0,0084x - 0,322	0,75350	0,72965
45	0,0089X + 0,723	0,0110x - 0,326	0,86708	0,83567
55	0,0097x + 0,731	0,0118x - 0,315	0,84112	0,80780

Tabel 7. Persamaan regresi linier parameter warna orde nol dan orde satu pada abon jamur tiram

Suhu(°C)	Persamaan Reaksi		R <sup>2</sup>	
	Orde Nol	Orde Satu	Orde Nol	Orde Satu
35	0,1502 x + 0,1412	0,0574 x - 0,0797	0,92163	0,87300
45	0,1973 x + 0,9270	0,0580 x - 0,3841	0,86810	0,79721
55	0,2601 x + 0,4856	0,0753 x - 0,1559	0,82950	0,80926

**c. Nilai TBA**

Pemilihan orde nilai asam peroksida dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil persamaan reaksi TBA abon jamur tiram pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda mengikuti reaksi orde nol. Hal ini dikarenakan nilai koefisien determinasi orde nol lebih besar dibandingkan nilai koefisien determinasi orde satu, sehingga orde nol merupakan orde reaksi yang digunakan untuk menentukan umur simpan abon jamur tiram. Langkah selanjutnya adalah penentuan persamaan Arrhenius dengan cara memplot nilai ln konstanta dan 1/T pada perubahan nilai TBA.

**d. Warna**

Pemilihan orde perubahan warna dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil persamaan reaksi parameter warna abon jamur tiram pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda mengikuti reaksi orde nol. Hal ini dikarenakan nilai koefisien determinasi orde nol lebih besar dibandingkan nilai koefisien determinasi orde satu, sehingga orde nol yang digunakan untuk menentukan umur simpan abon jamur tiram. Langkah selanjutnya adalah penentuan persamaan Arrhenius dengan cara memplot nilai ln konstanta dan 1/T pada perubahan reaksi nilai parameter warna.

**Perhitungan Umur Simpan Abon Jamur Tiram**

Hasil persamaan Arrhenius dan nilai energi aktivasi masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 8. Persamaan regresi

linier Plot 1/T dan ln k yang merupakan persamaan Arrhenius untuk parameter perubahan warna, kadar asam lemak bebas, nilai peroksida dan nilai TBA, selanjutnya dilakukan penentuan nilai energi aktivasi (Ea).

Penentuan umur simpan terdapat kriteria dalam penentuan parameter kualitas, salah satunya berdasarkan parameter kualitas yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan suhu, dan dapat dilihat berdasarkan nilai kemiringan pada persamaan Arrhenius atau berdasarkan nilai energi aktivasi yang paling rendah (Córdova *et al.*, 2011). Penentuan umur simpan abon jamur tiram diperoleh dari parameter dengan energi aktivasi yang paling rendah. Semakin rendah energi aktivasi maka reaksi yang dibutuhkan untuk memulai reaksi lebih sedikit sehingga reaksi dapat berjalan lebih cepat (Setiarto *et al.*, 2018).

Parameter TBA memiliki energi aktivasi yang paling rendah sebesar 3.982,931 kal/mol. Perhitungan umur simpan abon jamur tiram pada suhu penyimpanan yang berbeda (25°C, 27°C, dan 30°C) berdasarkan parameter nilai TBA ditampilkan pada Tabel 9. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa umur simpan abon jamur tiram apabila disimpan pada suhu 25°C, 27°C, dan 30°C berturut-turut adalah 16,94 bulan; 16,09 bulan; dan 15,06 bulan. Semakin rendah suhu penyimpanan maka umur simpan dari abon jamur tiram akan semakin panjang. Suhu penyimpanan yang tinggi dapat menyebabkan kecepatan reaksi yang lebih besar (Setiarto *et al.*, 2018).

Tabel 8. Persamaan Arrhenius dan nilai energi aktivasi masing-masing parameter

No	Parameter	Persamaan Arrhenius	Energi aktivasi kal/mol
1	Perubahan warna	-2.772,9x + 7,1035	5.506,90
2	Kadar asam lemak bebas	-3.287,3x + 5,9031	6.528,59
3	Nilai Peroksida	-2.662,7x + 6,0034	5.288,11
4	Nilai TBA	-2.005,5x + 1,5173	3.982,93

Tabel 9. Hasil percobaan perhitungan umur simpan abon jamur tiram pada berbagai suhu penyimpanan berdasarkan parameter nilai TBA

Suhu		Nilai K	Umur Simpan (t)	
°C	K		Hari	Bulan
25	298	0,005408	515,342	16,94
27	300	0,005698	489,499	16,09
30	303	0,006088	458,149	15,06

### Perubahan Komposisi Lemak

Analisis GC-MS untuk produk abon jamur tiram dilakukan sebelum penyimpanan dan setelah ditolak oleh panelis. Tahap penggorengan pada proses pengolahan abon jamur tiram umumnya menggunakan minyak kelapa sawit yang tersusun atas asam palmitat (43,75%), asam

stearat, (5,11%), (Hutajulu *et al.*, 2020), asam oleat (38,71%) dan asam linoleat (10,14%) (Kurniati dan Susanto, 2015). Sebelum penyimpanan, senyawa yang terdeteksi ada 8 peak dan setelah penyimpanan terdeteksi sebanyak 14 peak. Hasil analisis GC-MS sebelum dan sesudah penyimpanan disajikan pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Hasil analisis GC-MS abon jamur tiram sebelum penyimpanan

ID	Asam Lemak	Nama Umum	Waktu Retensi
1	<i>Methyl 6-methyl heptanoate</i>	Asam heptanoat metil ester	20,270
2	<i>Nonanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl nonano</i>	Nonanoat	24,884
3	<i>Hexadecanoic acid, 15-methyl-, methyl ester (CAS)</i>	Asam palmitat metil ester	29,095
4	<i>2-Isononenal (CAS) BRANCHED CHAIN 2-NON</i>	-	30,986
5	<i>1,E-11,Z-13-Octadecatriene</i>	-	32,179
6	<i>9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Met</i>	Asam linoleat metil ester	32,384
7	<i>Cyclohexane, 1,1'-[1-(2,2-dimethylbutyl)-1,3-propa</i>	Asam laurat	35,833
8	<i>Tetracosanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl lign</i>	Asam Selakholeat	39,522

Tabel 11. Hasil analisis GC-MS abon jamur tiram setelah penyimpanan

ID	Asam Lemak	Nama Umum	Waktu Retensi
1	<i>Octanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl octanoa</i>	Asam kaprilat metil ester	9,698
2	<i>Nonanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl nonano</i>	Asam pelargonat metil ester	15,182
3	<i>Methyl 6-methyl heptanoate</i>	Asam heptanoat metil ester	20,296
4	<i>2-Isononenal (CAS) BRANCHED CHAIN 2-NON</i>		28,583
5	<i>Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (CAS)</i>	Asam palmitate metil ester	29,150
6	<i>Nonanoic acid (CAS) Nonoic acid</i>	Asam nonanoat	29,869
7	<i>Heptanoic acid, 3,6,6-trimethyl-, methyl ester (CAS)</i>	Asam heptanoat metil ester	31,009
8	<i>1, E-11, Z-13-Octadecatriene</i>		32,224
9	<i>9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Met</i>	Asam linoleate metil ester	32,458
10	<i>Hexadecanoic acid, 15-methyl-, methyl ester (CAS)</i>	-	32,894
11	<i>9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid</i>	Asam oleat metil ester	33,113
12	<i>Cyclohexane, 1,1'-[1-(2,2-dimethylbutyl)-1,3-prop</i>	Asam laurat	34,623
13	<i>13-Docosenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL</i>	Asam erusat metil ester	35,851
14	<i>Tetracosanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl lign</i>	Asam Selakholeat metil ester	36,342

Setelah penyimpanan, terdapat enam senyawa baru yang muncul, yaitu *Octanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl octanoate, Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester*

*(CAS) Methyl 14-Methyl-Pentadecanoate, Nonanoic Acid (Cas) Nonoic Acid, 2-Isononenal (Cas) Branched Chain 2-Nonenal, Heptanoic Acid, 3,6,6-Trimethyl-, Methyl Ester (Cas)*

3,6,6-Trimethylheptanoic Acid Methyl Ester, 9-Octadecenoic Acid (Z)- (Cas) Oleic Acid, 13-Docosenoic Acid, Methyl Ester (Cas) Methyl 13-Docosenoate. Golongan senyawa aldehid, keton, alkohol, dan asam seperti *hexanal*, *nonanal*, *2-octanal*, *1-hexanol*, *hexanoic acid*, *octanoic acid*, and *a-pinene* dapat membentuk senyawa volatil selama proses penyimpanan. Selain itu, senyawa volatil tersebut terbentuk dari reaksi autooksidasi lipid ketika proses pengolahan abon dan penyimpanan. Senyawa octanal memberi aroma produk menjadi *oily*, *fatty*, *green*, dan *citrus*. Nonanal memberikan aroma produk menjadi *citrus*, *oily*, dan *nutty*. Heptanal memiliki aroma *rancid* dan *pungent*. Nonenal memiliki aroma *fatty*, *green*, dan asam. *Nonanoic acid* memiliki aroma *fatty* dan *waxy cheesy* (Fan *et al.*, 2021).

#### SIMPULAN

Parameter penentuan umur simpan yang dipilih sebagai batas kritis adalah parameter TBA dengan nilai energi aktivasi paling rendah, yaitu 3982,931 kal/mol dengan persamaan regresi linier dari plot Arrhenius  $y = -2005,5x + 1,5173$  dan nilai  $R^2$  0,908. Umur simpan abon jamur tiram apabila disimpan pada suhu 25, 27, dan 30°C berturut-turut adalah 515,34; 489,49 dan 458,14 hari. Setelah penyimpanan selama 147 hari, terdapat enam asam lemak baru yang muncul, yaitu Octanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl octanoate, Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester (Cas) Methyl 14-Methyl-Pentadecanoate, Nonanoic Acid (Cas) Nonoic Acid, 2-Isononenal (Cas) Branched Chain 2-Nonenal, Heptanoic Acid, 3,6,6-Trimethyl-, Methyl Ester (Cas) 3,6,6-Trimethylheptanoic Acid Methyl Ester, 9-Octadecenoic Acid (Z)- (Cas) Oleic Acid, 13-Docosenoic Acid, Methyl Ester (Cas) Methyl 13-Docosenoate. Jenis-jenis asam lemak tersebut dapat menimbulkan aroma tengik.

#### DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik (BPS). (2018). Produksi tanaman dan sayuran 2018. Diakses tanggal 5 Mei 2019.

<<https://www.bps.go.id/indicator/55/61/4/produksi-tanaman-sayuran.html>>

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2021). SNI 3707:2021 Abon daging. Diakses tanggal 10 Juli 2023. <<http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/13325>>
- Cahya, -M., Hartanto, -R., Novita, -D., 2014. Kajian penurunan mutu dan umur simpan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) segar dalam kemasan plastik polypropylene pada suhu ruang dan suhu rendah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(1), 35-48. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP/article/view/380>
- Córdova, -A., Quezada, -C., Saavedra, -J., 2011. A MALST method comparison over univariate kinetic modeling for determination of shelf-life in cereal snack of dried apples. *Procedia Food Science*, 1, 1045-1050. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.156>
- Dewi, E, -N., Ibrahim, -R., Yuaniva, -N., 2011. The shelf- life of seasoned fish meat floss (abon ikan) made from red tilapia (*Oreochromis niloticus Trewavas*) processed by different frying methods. *Sainstek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 4(2), 6-12. <https://doi.org/10.14710/ijfst.6.2.6-12>
- Domínguez, -R., Pateiro, -M., Gagaoua, -M., Barba, F, -J., Zhang, -W., Lorenzo, J, -M., 2019. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 1-31. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>.
- Fan, -X., Jiao, -X., Liu, -J., Jia, -M., Blanchard, -C., Zhou, -Z., 2021. Characterizing the volatile compounds of different sorghum cultivars by both GC-MS and HS-GC-IMS. *Food Research International*, 140, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109975>
- Gotoh, -N., Wada, -S., 2006. The importance of peroxide value in assessing food quality and food safety. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(5),

- 473-474.  
<https://doi.org/10.1007/s11746-006-1229-4>
- Hasibuan, M, -N., Indarti, -E., Erfiza, N, -M., 2020. 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. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v11i2.14534>
- Hayun, -H., Zahra, -A., Lutfika, -H., 2020. Antioxidants effect of two aminomethyl derivatives of 2-methoxyphenol on thermal and storage oxidative stability of coconut oil. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 8(2), 516-523. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.2.17>
- Hori, K., Koh, F, -H., Tsumura, -K., 2019. A metabolomics approach using LC TOF-MS to evaluate oxidation levels of edible oils. *Food Analytical Methods*, 12(8), 1799-1804. <https://doi.org/10.1007/s12161-019-01525-4>
- Hutajulu, E, -C., Nurjazuli, -N., Wahyuningsih, N, -E., 2020. Hubungan jenis minyak goreng, suhu, dan ph terhadap kadar asam lemak bebas pada minyak goreng pedagang penyetan. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 19(5), 375-378. <https://doi.org/10.14710/mkmi.19.5.375-378>
- Jamaluddin P, M. 2018. *Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan*. Badan Penerbit Universitas Negeri Makasar, Makasar.  
<http://eprints.unm.ac.id/17662/>
- Kumalasari, -R., Desnilasari, -D., Wadheshnoeriba, S, -P., 2018. Evaluasi mutu kimia dan organoleptik mi kering bebas gluten dari tepung komposit jagung-singkong selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(3), 173-182. <https://doi.org/10.18343/jipi.23.3.173>
- Kurniati, -Y., Susanto, W., -H., 2015. Pengaruh basa NaOH dan kandungan ALB CPO terhadap kualitas minyak kelapa sawit pasca netralisasi. *Jurnal Pangan dan Agorindustri*, 3(1), pp. 193-202.  
<https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/124>
- Montesqrit, -M., Ovianti, -R., 2013. Effect of temperature and storage time of fish oil and fish oil microcapsules stabilities. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 15(1), 62-68. <https://doi.org/10.25077/jpi.15.1.62-68.2013>
- Nayak, P. K., Dash, U., Rayaguru, K., Krishnan, K. R., 2016. Physio-chemical changes during repeated frying of cooked oil: A Review. *Journal of Food Biochemistry*, 40(3), 371-390. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12215>
- Ningsih, -E., Suparto, -S., Sato, -A., Mustikasari, Y, -R., Dewi, R, -C., 2017. Ratio molar minyak sawit dengan etanol konsentrasi rendah dalam pembuatan biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(1), 4-6. <https://doi.org/10.33005/tekkim.v12i1.836>
- Nurhasnawati, -H., 2017. Penetapan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak goreng yang digunakan pedagang gorengan di Jl. A.W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1), 25-30. <https://doi.org/10.51352/jim.v1i1.7>
- Saragi, M, R, -A., Sulaiman, -I., Martunis, -M., 2019. Pengaruh kemasan plastik polietilen dan polipropilen terhadap umur simpan abon ikan tongkol (*Katsuwonus pelamis*) dengan menggunakan model arrhenius. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 4(2), 317-328. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i2.7475>
- Setiarto, R, H, -B., Widhyastuti, -N., Agustin, -N., Rahmawati, -R., Wawo, A, -H., 2018. Pendugaan Umur Simpan Saus Buah Merah Pedas (*Pandanus conoideus Lank*) dengan Metode Accelerated Shelf Life Test. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(3), 279-286.

- <https://doi.org/10.19028/jtep.06.3.279-286>
- Sudarmadji, S. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta  
[http://library.fmipa.uny.ac.id/opac/index.php?p=show\\_detail&id=584](http://library.fmipa.uny.ac.id/opac/index.php?p=show_detail&id=584)
- Tridiyani., A, Dadi, R, S., Djoko, P., 2012. Perubahan Mutu Abon Ikan Marlin (*Istiophorus sp.*) Kemasan Vakum dan Non Vakum Pada Berbagai Suhu Penyimpanan Dan Pendugaan Umur Simpannya. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.  
<https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/56715>
- USDA. 2018. *Oyster Mushrooms*. United Stated Department of Agriculture, United State.
- Yanuari, A, A. 2017. Pendugaan Umur Simpan Abon Ikan Lele Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.  
<http://repository.ub.ac.id/id/eprint/151393/>
- Yuwono, S. S., Susanto, T., 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.  
<http://digilib.ub.ac.id/opac/detail-opac?id=56412>