

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN COOKIES YANG DIFORTIFIKASI  
DENGAN KONSENTRAT PROTEIN IKAN PATIN  
(*Pangasius hypophthalmus*) MENGGUNAKAN  
KEMASAN BERBEDA**

Oleh:

**May Kristina Simanjuntak<sup>1</sup>, Dewita Buchari<sup>2</sup>, Suparmi<sup>2</sup>**  
*Email: [Maykristinas@gmail.com](mailto:Maykristinas@gmail.com)*

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian adalah untuk menduga umur simpan *cookies* yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan jenis kemasan aluminium foil dan HDPE yang masing-masing dilapisi dengan kertas karton. Metode yang digunakan adalah Arrhenius dan penyimpanan dilakukan pada suhu 25°C dan 35°C. Parameter yang diamati adalah kadar lemak dan bilangan peroksida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan parameter bilangan peroksida umur simpan dari *cookies* yang dikemas dengan Aluminium foil pada penyimpanan suhu 25 C memiliki umur simpan 75,2972 hari dan yang disimpan pada penyimpanan suhu 35 C adalah 39,8896 hari. Pada kemasan HDPE penyimpanan suhu 25 C memiliki umur simpan yaitu 45,5782 hari dan yang disimpan pada suhu 35 C adalah 13,8916 hari.

---

Kata kunci: Aluminium foil, Arrhenius, Cookies, HDPE, Masa Simpan

**PREDICTION THE SHELF LIFE OF COOKIES FORTIFIED WITH  
CATFISH (*Pangasius hypophthalmus*) PROTEIN CONCENTRATE  
USING DIFFERENT PACKAGING**

By

**May Kristina Simanjuntak<sup>1</sup>, Dewita Buchari<sup>2</sup>, Suparmi<sup>2</sup>**  
*Email: [Maykristinas@gmail.com](mailto:Maykristinas@gmail.com)*

**ABSTRACT**

The research aimed to predict the shelf life of cookies fortified with Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) Protein Concentrate using aluminum foil and HDPE packaging coated with paperboard. The method used was Arrhenius with 25°C and 35°C of temperature storage. The parameters analyses were fat content and peroxide value. The results showed that based on the shelf life of cookies with aluminium foil in 25°C of temperature storage was 75.2972 days and for 35°C of temperature storage was 39.8896 days. HDPE packaging for 25°C of temperature storage was 45.5782 days and for 35°C of temperature storage was 13.8916 days.

---

Keywords: Aluminium foil, Arrhenius, Cookies, HDPE, Shelf life

<sup>1</sup>Student Faculty of fisheries and marine science, University of Riau

<sup>2</sup>Lecturer Faculty of fisheries and marine science, University of Riau

## PENDAHULUAN

Makanan ringan yang bermanfaat seperti *cookies* merupakan salah satu jenis dari produk kering yang mengandung karbohidrat dan lemak yang tinggi, untuk memperkaya nilai gizinya dapat difortifikasi dengan protein hewani seperti konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*).

Dewita dan Syahrul (2012) menyatakan bahwa komposisi gizi *cookies* yang difortifikasi dengan KPI patin (*Pangasius hypophthalmus*) mempunyai kadar air 2,71%, kadar abu 1,06%, kadar protein 23,82%, kadar lemak 27,29%. Selain nilai gizinya tinggi, keistimewaan yang dimiliki konsentrat protein ikan yaitu sifat fungsional proteinnya yang tidak hilang, sehingga dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai macam produk olahan daging (Dewita dan Syahrul, 2010). Pemanfaatan ikan patin sebagai bahan fortifikasi terhadap *cookies* untuk meningkatkan daya terima masyarakat terhadap produk berbasis olahan makanan telah dilakukan namun umur simpan dari produk tersebut belum diketahui.

Penentuan umur simpan produk pangan dapat dilakukan dengan metode *Extended Shelf-life Study* (ESS) dan *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT). ESS adalah penentuan tanggal kadaluarsa dengan jalan menyimpan produk pada kondisi penyimpanan yang sebenarnya, Cara ini menghasilkan hasil yang paling tepat, namun memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar. Sedangkan metode pendugaan umur simpan *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT), yaitu dengan cara menyimpan produk pangan pada lingkungan yang menyebabkan cepat rusak, baik pada kondisi suhu atau

kelembapan ruang penyimpanan yang tinggi. Data perubahan mutu selama penyimpanan diubah dalam bentuk model matematika, kemudian umur simpan ditentukan dengan cara ekstrapolasi persamaan pada kondisi penyimpanan normal (Arpah, 2001).

Pengemasan *cookies* yang difortifikasi konsentrat protein ikan patin dilakukan dengan 2 jenis kemasan yaitu Aluminium foil dan HDPE pada lapisan primernya serta kertas karton sebagai pelapis sekunder. Menurut Buckle *et al.* (1987), pengemasan terhadap produk bertujuan untuk melindungi produk dari pengaruh oksidasi dan mencegah terjadinya kontaminasi dengan udara luar. Hasil pengolahan dapat dikendalikan dengan pengemasan, termasuk pengendalian cahaya, konsentrasi oksigen, kelembapan, kadar air, perpindahan panas, kontaminasi serta serangan makhluk hayati.

Oleh sebab itu, mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dimana masa simpan *cookies* yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) belum diketahui, maka peneliti tertarik untuk melanjutkan penelitian terkait pendugaan umur simpan *cookies* yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) menggunakan kemasan berbeda.

Tujuan penelitian adalah untuk menduga umur simpan *cookies* dengan fortifikasi konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) menggunakan kemasan aluminium foil dan HDPE yang masing masing dilapisi kertas karton. Sedangkan manfaat penelitian adalah memberikan informasi kepada pembaca tentang umur simpan *cookies* dengan fortifikasi konsentrat

protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*).

## BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain konsentrat Protein ikan patin, tepung terigu, gula bubuk, margarin, *baking powder*, coklat bubuk dan telur, bahan pengemas yang terdiri dari *High Density Polyethylene*, aluminium foil, dan kertas karton. Bahan kimia yang digunakan untuk analisa kadar lemak dan bilangan peroksida adalah larutan eter, larutan asam klorofom, larutan jenuh KI, aquades, larutan natrium tiosulfat.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: kertas saring, timbangan, baskom, oven, labu erlenmeyer, cetakan *cookies*, inkubator, tabung *soxhlet*, pemanas listrik.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu menganalisis perubahan lemak dan peroksida pada *cookies* yang dikemas dengan aluminium foil dan HDPE yang dilapisi kertas karton untuk selanjutnya dilakukan pendugaan umur simpan dengan menggunakan metode Arrhenius.

Data yang diperoleh dilakukan analisis regresi linier sederhana (Nirwana, 1994) untuk mengetahui

hubungan antara variabel yang diukur dengan lama penyimpanan, persamaannya yaitu:

$$y = a + bx$$

Keterangan:

y = variabel yang diukur

x = umur simpan

a = nilai variabel yang diukur pada saat mulai disimpan

b = laju kerusakan (k)

Nilai k yang diperoleh dari persamaan regresi diterapkan pada persamaan Arrhenius. Menurut Arpah (2001), persamaan Arrhenius menunjukkan ketergantungan laju reaksi deteriorasi terhadap suhu yang dirumuskan sebagai berikut:

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$$

Keterangan:

K = konstanta penurunan mutu

$k_0$  = konstanta (tidak tergantung pada suhu)

E = energi aktivasi

T = suhu mutlak (C + 273)

R = konstanta gas 1.986 kal/mol

Perkiraan umur simpan dilakukan dengan menggunakan kurva linier dengan persamaannya  $A = A_0 - kt$  atau menggunakan kurva polinomial dengan persamaan  $1/A = 1/A_0 + kt$ .

Keterangan:

$A_0$  = Jumlah komponen awal

A = Jumlah komponen akhir

k = Konstanta kecepatan reaksi

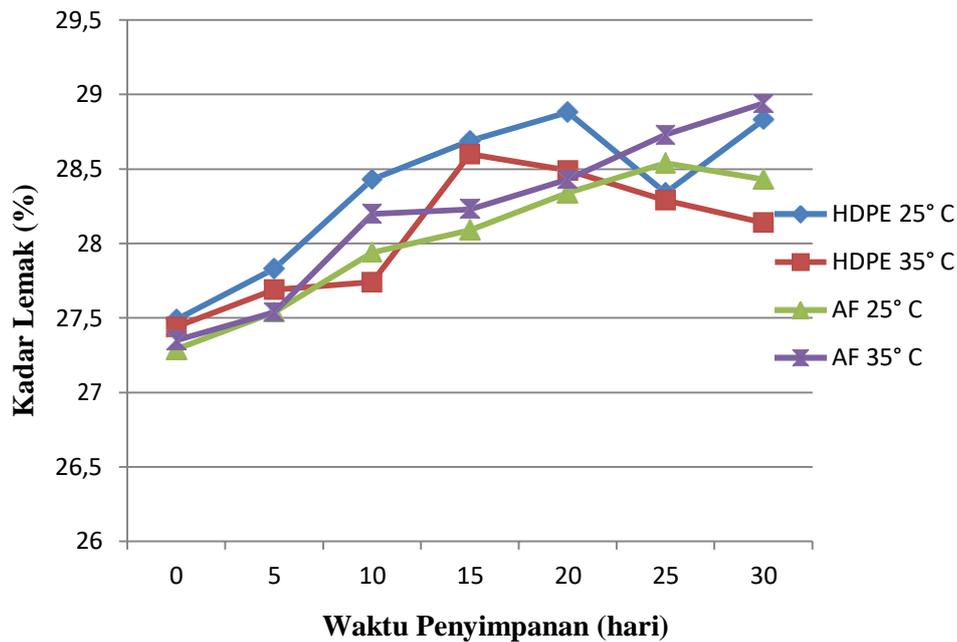
t = Waktu

## HASIL

### Kadar Lemak

Hasil pengamatan *cookies* yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE

dan aluminium foil berdasarkan parameter kadar lemak dan persent kadar lemak pada penyimpanan s 1 25°C dan 35°C, Gambar 1.



Gambar 1. Nilai kadar lemak (%) cookies yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE dan aluminium foil pada penyimpanan suhu 25°C dan 35°C

Persamaan regresi dan korelasi kadar lemak cookies yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE

dan aluminium foil selama penyimpanan pada suhu 25°C dan 35°C dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persamaan regresi kadar lemak cookies yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE dan aluminium foil pada penyimpanan suhu 25°C dan 35°C.

Jenis Kemasan	Persamaan regresi		R <sup>2</sup>	
	Suhu 25	Suhu 35	Suhu 25	Suhu 35
HDPE	$y = 27,7675 + 0,0392x$	$y = 27,6218 + 0,0289x$	0,3427	0,7130
Aluminium Foil	$y = 27,4007 + 0,0416x$	$y = 27,4114 + 0,0529x$	0,9636	0,0984

Korelasi antara kadar lemak dengan waktu pengamatan cookies yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE penyimpanan suhu 25°C membentuk persamaan regresi yaitu  $y = 27,7675 + 0,0392x$  ( $R^2 = 0,3427$ ) dan

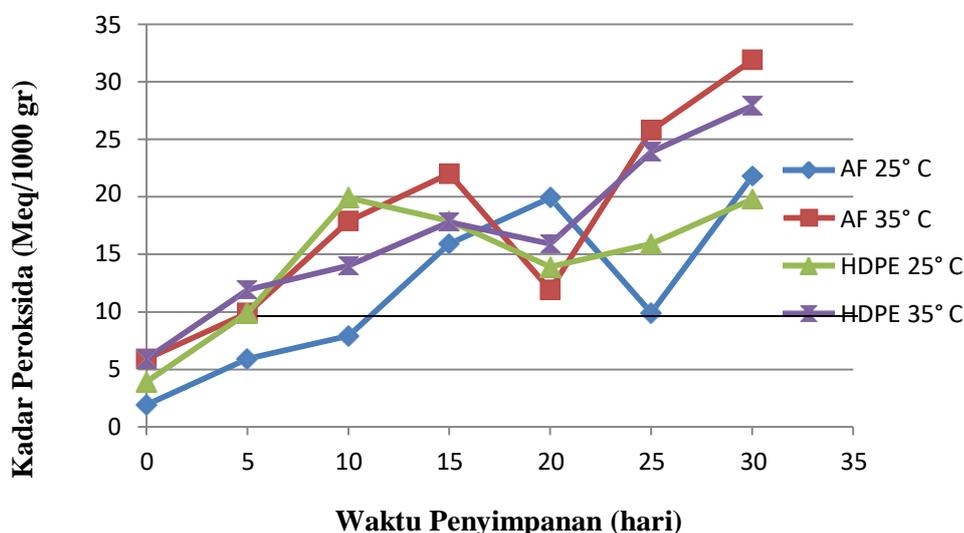
koestanta penurunan mutu (k) 0,0392. Pada penyimpanan suhu 35°C membentuk persamaan regresi  $y = 27,6218 + 0,0289x$  ( $R^2 = 0,7130$ ) dan koestanta penurunan mutu (k) 0,0289.

Korelasi antara kadar lemak dengan waktu pengamatan cookies yang difortifikasi dengan konsentrat

protein ikan patin dalam kemasan aluminium foil penyimpanan suhu 25°C membentuk persamaan regresi  $y = 27,4007 + 0,0416x$  ( $R^2 = 0,9636$ ) dan koestanta penurunan mutu (k) 0,0416. Pada penyimpanan suhu 35 C membentuk persamaan regresi  $y = 27,4114 + 0,0529x$  ( $R^2 = 0,0984$ ) dan koestanta penurunan mutu (k) 0,0529.

Hasil pengamatan *cookies* yang difortifikasi dengan konzentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE dan aluminium foil berdasarkan parameter kadar peroksida dan persentase bilangan peroksida pada penyimpanan suhu 25°C dan 35°C dapat dilihat pada Gambar 2.

### Bilangan Peroksida



Gambar 2. Nilai kadar peroksida (Meq/1000 gr) *cookies* yang difortifikasi dengan konzentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE dan aluminium foil pada penyimpanan suhu 25°C dan 35°C

Tabel 2. Persamaan regresi kadar peroksida *cookies* yang difortifikasi dengan konzentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE dan aluminium foil yang dilapisi kertas karton pada penyimpanan suhu 25°C dan 35°C

Jenis Kemasan	Persamaan regresi		R <sup>2</sup>	
	Suhu 25	Suhu 35	Suhu 25	Suhu 35
HDPE	$y = 6,495 + 0,4532x$	$y = 6,9657 + 0,6557x$	0,8754	0,9610
Aluminium Foil	$y = 8,7492 + 0,213x$	$y = 6,8328 + 0,7411 x$	0,3087	0,8612

Korelasi antara bilangan peroksida dengan waktu pengamatan

*Cookies* dalam kemasan HDPE penyimpanan suhu 25 C membentuk

persamaan regresi  $y = 6,495 + 0,4532x$ , ( $R^2=0,8754$ ) dan koestantan penurunan mutu (k) 0,4532 Sedangkan pada penyimpanan suhu 35 C membentuk persamaan regresi  $y = 6,9657 + 0,6557x$ , ( $R^2 = 0,9610$ ) dan koestantan penurunan mutu (k) 0,6557

Korelasi antara bilangan peroksida dengan waktu pengamatan *cookies* dalam kemasan aluminium foil penyimpanan suhu 25 C

### Perhitungan Umur Simpan

Berdasarkan hasil perhitungan regresi dan korelasi kadar lemak pada *cookies* yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin didapatkan nilai konstanta penurunan mutu (k) pada tiap penyimpanan, selanjutnya dilakukan plotting

membentuk persamaan regresi  $y = 8,7492 + 0,213x$ , ( $R^2 = 0,3087$ ) dan koestantan penurunan mutu (k) 0,213.Sedangkan pada penyimpanan suhu 35 C membentuk persamaan regresi  $y = 6,8328 + 0,7411 x$ , ( $R^2 = 0,8612$ ) dan koestantan penurunan mutu (k) 0,7411.

Arrhenius dengan nilai  $\ln$  sebagai ordinat (koordinat y) dan nilai  $1/T$  sebagai absis (koordinat x). Persamaan Arrhenius berdasarkan parameter kadar lemak dan bilangan peroksida pada kemasan HDPE dan aluminium foil dapat dilihat pada tabel.3.

Tabel 3. Persamaan Arrhenius berdasarkan parameter kadar lemak dan bilangan peroksida pada kemasan HDPE dan aluminium foil

Jenis Kemasan	Suhu ( C)	Suhu ( K)	Koefisien Determinasi ( $R^2$ )	-	$k_0$	$\ln k_0$
Aluminium Foil	25	298	0,9636	0,0034	0,0416	-3,1797
	35	308	0,0984	0,0032	0,0392	-3,2391
	25	298	0,3427	0,0034	0,0529	-2,9394
HDPE	35	308	0,7130	0,0032	0,0289	-3,5439

Setelah didapatkan persamaan Arrhenius dari setiap parameter, selanjutnya dilakukan perhitungan umur simpan dengan menggunakan kurva linier dengan persamaannya  $A = A_0 - kt$ . Yang mana  $A_0$  menyatakan nilai parameter awal sebelum penyimpanan, sedangkan A menyatakan nilai parameter mutu akhir.

Berdasarkan parameter kadar lemak, umur simpan *cookies* yang dikemas dalam aluminium foil pada suhu 25 C dan 35 C yaitu 75,2972

hari dan 39,8896 hari. Menurut Robertson (1999), dengan menyimpan bahan pangan pada lingkungan yang dikontrol dimana satu atau beberapa faktor ekstrinsik ditetapkan lebih tinggi dari kondisi normal, kerusakan produk dapat dipercepat sehingga pengamatan kerusakan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat. Berdasarkan perhitungan dari pengaruh faktor ekstrinsik terhadap kerusakan produk maka umur simpan pada tiap-tiap perlakuan

akselerasi dapat ditentukan untuk kemudian umur simpan yang sesungguhnya atau dalam kondisi penyimpanan normal dapat diprediksi. Umur simpan *cookies* pada kemasan HDPE pada penyimpanan suhu 25 C dan 35 C yaitu 45,5782 hari dan 13,8916 hari.

Peningkatan nilai kadar lemak *cookies* dalam kemasan HDPE dan aluminium foil pada penyimpanan suhu 25°C dan 35°C mengalami fluktuasi. Menurut Syarief dan Halid (1993) menjelaskan bahwa suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Oleh karena itu dalam menduga kecepatan penurunan mutu selama penyimpanan perlu memperhitungkan faktor suhu. Swastawati dkk., (2010) menyatakan Tingkat kerusakan yang terjadi pada lemak meningkat secara signifikan pada peningkatan suhu dan tergantung pada jumlah dan jenis oksigen yang ada. Lemak yang mengandung asam lemak tidak jenuh cenderung untuk mengalami oksidasi sedangkan yang mengandung lebih banyak asam lemak jenuh lebih mudah terhidrolisis (Mahatta, 1975 dalam Widiyanti, 1995).

Berdasarkan korelasi kadar lemak *cookies* yang dikemas menggunakan kemasan aluminium foil dengan penyimpanan suhu 25°C memiliki hubungan yang sangat kuat, hal ini dapat dibuktikan dari hasil regresi korelasi yang menunjukkan bahwa  $R^2$  yang diperoleh sebesar 0,9636, penyimpanan suhu 35°C memiliki hubungan yang lemah ( $R^2 = 0,0984$ ). Pada kemasan HDPE, korelasi kadar

lemak dengan penyimpanan suhu 25°C memiliki hubungan sedang ( $R^2 = 0,3427$ ) dan pada penyimpanan suhu 35°C memiliki hubungan kuat ( $R^2 = 0,7130$ ). Menurut Maryam S dkk., (2014), nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel terikat serta pengaruhnya secara umum, semakin besar nilai  $R^2$  (mendekati 1) berarti variabel-variabel bebas memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat.

Berdasarkan parameter bilangan peroksida, umur simpan *cookies* pada kemasan HDPE pada penyimpanan suhu 25 C dan 35 C yaitu 32,3275 hari dan 36,5431 hari. Umur simpan *cookies* pada kemasan aluminium foil pada penyimpanan suhu 25 C dan 35 C yaitu 70,7747 hari dan 46,9026 hari. Berdasarkan korelasi bilangan peroksida *cookies* yang dikemas menggunakan kemasan aluminium foil penyimpanan suhu 25°C memiliki hubungan yang sedang ( $R^2 = 0,3087$ ), penyimpanan suhu 35°C memiliki hubungan yang sangat kuat ( $R^2 = 0,8612$ ). Pada kemasan HDPE penyimpanan suhu 25°C memiliki hubungan yang sangat kuat ( $R^2 = 0,8754$ ), penyimpanan suhu 35°C memiliki hubungan yang sangat kuat, hal ini dapat dibuktikan dari hasil regresi korelasi yang menunjukkan bahwa  $R^2$  yang diperoleh sebesar 0,9610.

Berdasarkan korelasi bilangan peroksida yang diperoleh pada kemasan HDPE pada penyimpanan suhu 25°C dan 35°C memiliki hubungan yang sangat kuat, Menurut Marsh dan Bugusu

(2007), Untuk memperlambat kerusakan produk dapat dilakukan pengemasan yang berfungsi memperpanjang umur simpan, dan menjaga atau meningkatkan kualitas dan keamanan pangan Serta melindungi produk dari tiga pengaruh luar, yaitu kimia, biologis, dan fisik. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik (Harper, 1975). Nilai permeabilitas uap air dari kemasan HDPE ( $k/x$ ) sebesar 0,175 gr/m<sup>2</sup>. hari.mmHg (Cooksey, 2004).

Persentase nilai bilangan peroksida dalam kemasan HDPE dan aluminium foil pada penyimpanan suhu 25<sup>o</sup>C dan 35<sup>o</sup>C mengalami fluktuasi, Menurut SNI 01-2347-1991 nilai bilangan peroksida yang sudah dapat menimbulkan bau tengik pada produk perikanan yaitu 20 meq/1000gram. Jika jumlah peroksida dalam bahan pangan (lebih besar dari 100) akan bersifat sangat beracun dan tidak dapat dimakan, disamping bahan pangan tersebut mempunyai bau yang tidak enak (Ketaren, 1986).

Selama penyimpanan lemak akan terjadi perubahan flavor dan rasa yang disertai dengan terbentuknya komponen-komponen yang tidak diinginkan dan ditandai dengan timbulnya bau tengik selain itu juga dipengaruhi keadaan lingkungan penyimpanan lemak, yaitu RH (kelembaban udara) ruang penyimpanan, suhu (temperatur), ventilasi, tekanan dan masalah pengangkutan. Sifat-sifat dan daya tahan lemak terhadap kerusakan sangat tergantung pada komponen-

komponen penyusunnya, terutama kandungan asam lemaknya (Ketaren, 1986).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menduga umur simpan *cookies* yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan persamaan Arrhenius yang dapat dipakai adalah parameter bilangan peroksida dengan hasil pendugaan umur simpan dari *cookies* yang dikemas dengan Aluminium foil pada penyimpanan suhu 25 C memiliki umur simpan 75,2972 hari dan yang disimpan pada penyimpanan suhu 35 C adalah 39,8896 hari. Pada kemasan HDPE penyimpanan suhu 25 C memiliki umur simpan yaitu 45,5782 hari dan yang disimpan pada suhu 35 C adalah 13,8916 hari.

## SARAN

Penulis menyarankan untuk merancang kemasan *cookies* menggunakan jenis kemasan Aluminium foil dan HDPE yang dilapisi kertas karton menggunakan window.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arpah.2001.Penentuan Kedaluwarsa Produk Pangan. Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Buckle, KA, RA Edward, G.H. Fleet dan M. Wooton. 1987. Ilmu Pangan. Terjemahan oleh : H.

- Purnomo dan Adiono. UI Press. Jakarta
- Cooksey, K. (2004). Important Factor For Selecting Food Packaging Materials Based On Permeability. Clemso University. South Carolina.
- Dewita dan Syahrul. 2010. Laporan Hibah Kompetensi Kajian Diversifikasi Ikan Patin (*Pangasius sp*) dalam Bentuk Konsentrat Protein Ikan dan Aplikasinya pada Produk Makanan Jajanan Untuk Menanggulangi Gizi Buruk pada Anak Balita Di Kabupaten Kampar,Riau.Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru
- \_\_\_\_\_2012.Inovasi Teknologi Pengolahan Bubur Instan dengan Penambahan Konsentrat Protein Ikan Patin. Jurnal Bernas Fak. Pertanian Universitas Asahaan 8(2);30-43
- Harper. 1975. Handbook of Plastic and Elastomer. Westing House Electric Corporation. Baltimore. Maryland.
- Ketaren,S.1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: UI Press.
- Marsh, K and B.Bugusu. 2007. Food Packing roles,materials,environmental issues. J. Food Sci.
- Maryam,S. Yeremias ,M.Jean, B. dan Mohammad, R. 2014. Analisis Pengaruh Inflasi dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pengangguran Di Kota Ambon. Jurnal ekonomi. Volume VIII. Ambon
- Nirwana, S. 1994. Analisis Regresi dan Korelasi, Unit Pelayanan Statistik, FMIPA Universitas Padjajaran
- Robertson.1999. Shelf Life of Packaged Foods,Its Measurement and Prediction Developing New Food Productsfor a Changing Marketplace. Aaron L Brody and John B Lord, editor. Florida: CRC Press
- Swastawati F, Surti T, Aprilliani D. 2010. Analysis of thiobarbituric acid and benzo(a) pyrene value of smoked nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using different liquid smokes. Journal of Coastal Development 13: 160-165
- Syarief,R.dan Halid.1993.Teknologi Penyimpanan Pangan. Bandung: Penerbit Arcan
- Widiyanti, S. 1995. Pengaruh Cara Ekstraksi Minyak Kelapa Terhadap Mutu Minyak yang Dihasilkan Selama Penyimpanan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.