

**PREDICTION THE SHELF LIFE OF INSTAN PORRIDGE FORTIFIED
WITH CATHFISH (*Pangasius hypophthalmus*) PROTEIN
CONCENTRATE USING DIFFERENT
PACKAGING**

By :

Sopia Zefanya Sinaga¹, Dewita², Suparmi²
Email: Sinagafanya@gmail.com

ABSTRACT

The aimed of this research was to predict the shelf life of instant porridge fortified with cathfish (*Pangasius hypophthalmus*) protein concentrate using aluminium foil and HDPE packaging coated with paperboard. The method used was Arrhenius with 25°C dan 35°C of temperatures storage. The parameters analyses were fat and peroxide value analyze. The result of this research showed that based on peroxide analyses the shelf life of instan poridge fortified with cathfish (*Pangasius hypophthalmus*) protein concentrate coated aluminium foil packaging in 25°C temperature storage was 53,1154 days and for 35°C temperature storage was 24,5895 days. HDPE packaging for 25°C temperature storage was 61,0149 days and for 35°C temperature storage was 41,9248 days.

Keywords: Aluminium foil, Arrhenius, Catfish, HDPE, Instant porridge, Shelf life.

¹**Student Faculty of Fisheries and Marine Sciene, University of Riau**

²**Lecturer Faculty of Fisheries and Marine Sciene, University of Riau**

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

Oleh:

Sopia Zefanya Sinaga¹⁾, Dewita²⁾, Suparmi²⁾
Email: Sinagafanya@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menduga umur simpan bubur instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan jenis kemasan aluminium foil dan HDPE yang dilapisi dengan kertas karton. Metode yang digunakan adalah metode 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 kadar peroksida umur simpan bubur instan difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) yang dikemas dalam kemasan aluminium foil pada penyimpanan suhu 25°C memiliki umur simpan selama 53,1154 hari dan pada penyimpanan suhu 35°C memiliki umur simpan selama 24,5895 hari. Pada kemasan HDPE penyimpanan suhu 25°C memiliki umur simpan selama 61,0149 hari dan pada penyimpanan suhu 35°C memiliki umur simpan selama 41,9248 hari.

Kata kunci: Aluminium foil, Arrhenius, Bubur instan, HDPE, Ikan Patin, Umur Simpan.

PENDAHULUAN

Istilah bubur instan lebih dikenal dengan sebutan pure (asal kata dari bahasa Inggris yakni *puree*). Pengertian pure berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989) adalah pangan atau bahan pangan yang dilembutkan. Bubur termasuk salah satu bentuk olahan pangan yang mudah dikonsumsi masyarakat. Bubur memiliki tekstur yang lunak sehingga mudah dicerna.

Konsentrat protein ikan adalah suatu produk untuk dikonsumsi manusia yang dibuat dari ikan utuh, dengan cara menghilangkan sebagian besar lemak dan kadar airnya, sehingga diperoleh persentase kandungan protein yang lebih tinggi

dibandingkan dengan bahan baku asalnya. Keistimewaan konsentrat protein ikan selain nilai gizinya tinggi juga sifat fungsional proteinnya tidak hilang, sehingga dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai macam produk olahan daging. Produk ini dikembangkan agar mampu meningkatkan daya terima masyarakat terhadap produk konsentrat protein ikan, (Dewita dan Syahrul, 2010). Diharapkan konsentrat protein ikan patin tersebut dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada bubur formula agar memberikan manfaat dalam hal peningkatan nilai protein yang terkandung didalam bubur instan.

Pendugaan umur simpan dapat dilakukan dengan menggunakan

metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT), yaitu cara menyimpan produk pangan pada lingkungan yang menyebabkannya cepat rusak, baik pada kondisi suhu atau kelembaban ruang penyimpanan yang lebih tinggi. Data perubahan mutu selama penyimpanan diubah dalam bentuk model matematika, kemudian umur simpan ditentukan dengan cara ekstrapolasi persamaan pada kondisi penyimpanan normal. Metode akselerasi dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat dengan akurasi yang baik (Arpah, 2001).

Pendugaan umur simpan bubur instan dengan fortifikasi konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) belum diketahui seberapa lama waktu penyimpanan yang dapat dilakukan. Umur simpan produk pangan sangat erat kaitannya dengan kemasan. Pengemasan dilakukan dengan 2 jenis kemasan yaitu kemasan primer dengan menggunakan aluminium foil dan plastik HDPE, serta kemasan sekunder yaitu kertas kraf untuk mempertahankan mutu bubur instan.

Mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Dewita *et al* (2012) yang menginovasi pengolahan bubur instan dengan fortifikasi konsentrat ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*), maka peneliti tertarik untuk melanjutkan penelitian tersebut dalam menduga umur simpan bubur instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*).

Tujuan penelitian adalah untuk menduga umur simpan bubur instan yang di fortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan jenis kemasan aluminium foil dan HDPE yang dilapisi dengan kertas karton.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam pengolahan bubur instan adalah ikan patin yang diperoleh dari pasar Arengka, Pekanbaru sebagai bahan untuk membuat konsentrat protein ikan, tepung beras putih yang digelatinisasi, tepung gula, air, susu skim, dan minyak nabati, bahan pengemas yang terdiri dari High Density Polyethylene (HDPE) dan aluminium foil. Bahan kimia yang digunakan untuk analisa kadar lemak dan bilangan peroksida adalah larutan eter, larutan asam kloroform, larutan jenuh KI, aquades, larutan natrium tiosulfat dan larutan pati.

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian adalah ember, blender, nampan, timbangan, baskom, saringan, panci, pisau, mesin penggiling ikan, alar press, dan talenan serta peralatan yang digunakan dalam analisis kadar lemak dan peroksida.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu menganalisis perubahan lemak dan peroksida pada bubur instan 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 analisisregresi 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:

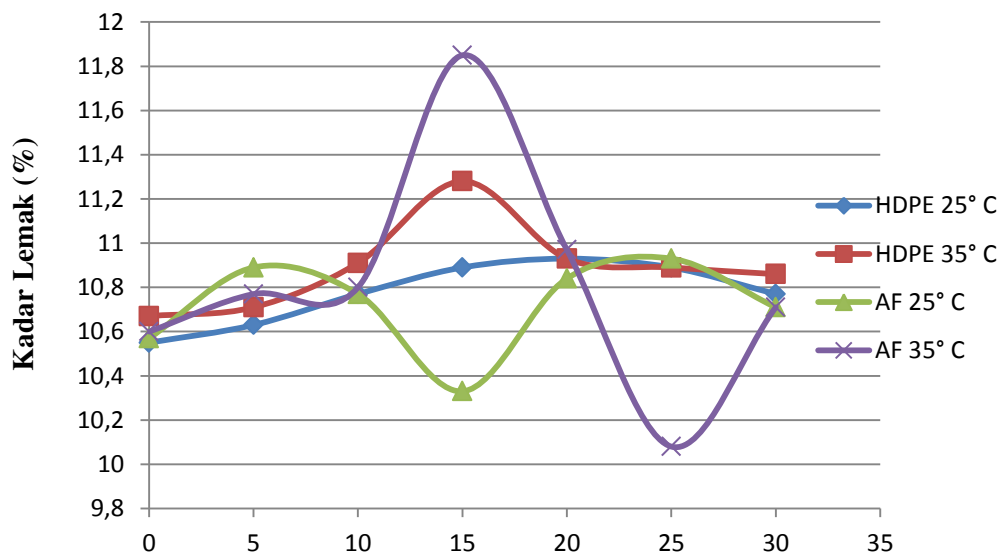
A_0 = Jumlah komponen awal
 A = Jumlah komponen akhir
 k = Konstanta kecepatan reaksi
 t = Waktu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Lemak

Hasil pengamatan bubur instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypopthalmus*) dalam kemasan HDPE dan aluminium foil berdasarkan

parameter kadar lemak dan persen peningkatan kadar lemak pada suhu penyimpanan 25°C dan 35°C dapat dilihat pada Gambar 1.



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

Persamaan regresi dan korelasi kadar lemak bubuk instan 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 bubuk instan 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 ²	
	Suhu 25°C	Suhu 35°C	Suhu 25°C	Suhu 35°C
HDPE	$y = 10,6285 + 0,0057x$	$y = 10,7911 + 0,0068x$	0,9756	0,7715
Aluminium Foil	$y = 10,8471 + 0,0006x$	$y = 10,6955 + 0,0080x$	0,0258	0,5408

Korelasi antara kadar lemak dengan waktu pengamatan bubuk instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE penyimpanan suhu 25°C membentuk persamaan regresi yaitu $y = 10,6285 + 0,0057x$ ($R^2 = 0,9756$) dan koestanta penurunan mutu (k) 0,0057. Pada penyimpanan suhu 35° C membentuk persamaan regresi $y = 10,7911 + 0,0068x$ ($R^2 = 0,7715$) dan koestanta penurunan mutu (k) 0,0068.

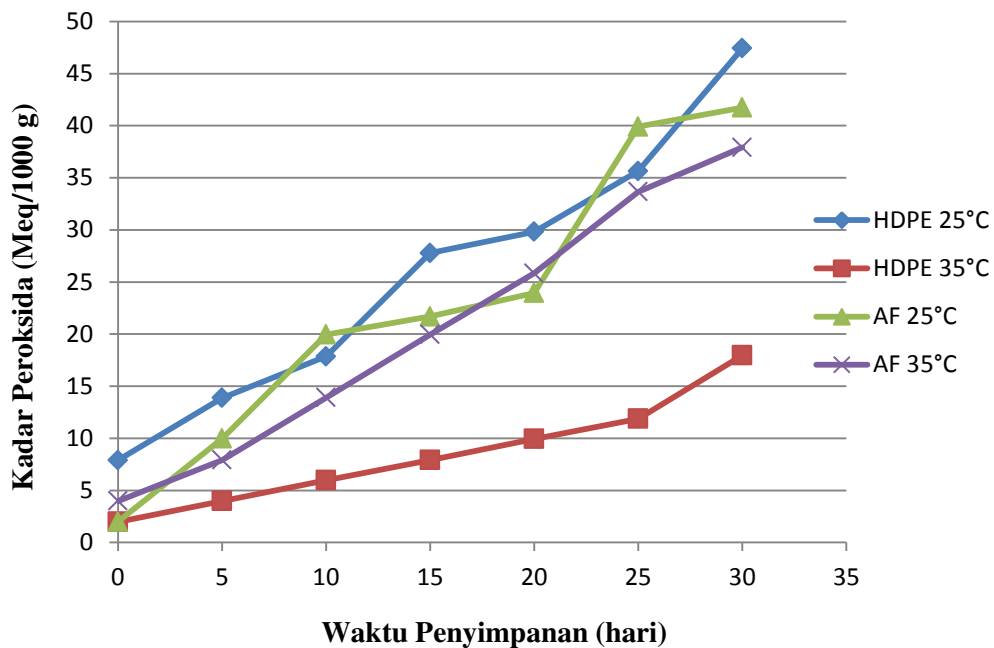
Korelasi antara kadar lemak dengan waktu pengamatan bubuk instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin

Bilangan Peroksida

Hasil pengamatan bubuk instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan Aluminium foil penyimpanan suhu 25°C membentuk persamaan regresi yaitu $y = 10,8471 + 0,0006x$ ($R^2 = 0,0258$) dan koestanta penurunan mutu (k) 0,0006. Pada penyimpanan suhu penyimpanan 35° C membentuk

persamaan regresi $y = 10,6955 + 0,0080x$, ($R^2 = 0,5408$) dan koestanta penurunan mutu (k) 0,0080.

Nilai R² yang mendekati angka 1 menunjukkan bahwa korelasi antara kemasan yang digunakan dan suhu penyimpanan memiliki hubungan yang sangat kuat. berdasarkan parameter kadar peroksida dan persen peningkatan kadar lemak pada suhu penyimpanan 25°C dan 35°C dapat dilihat pada Gambar 2.



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

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

Jenis Kemasan	Persamaan regresi		R ²	
	Suhu 25°C	Suhu 35°C	Suhu 25°C	Suhu 35°C
HDPE	$y = 6,2485 + 1,3065x$	$y = 1,2710 + 0,4690x$	0,6775	0,9739
Aluminium Foil	$y = 3,1511 + 1,3065x$	$y = 2,7571 + 1,18x$	0,9740	0,9975

Korelasi antara bilangan peroksida dengan waktu pengamatan bubur instan dalam kemasan HDPE penyimpanan suhu 25° C membentuk persamaan regresi $y = 6,2485 + 1,3065x$, ($R^2 = 0,6775$) dan koestantan penurunan mutu (k) 1,3065. Sedangkan pada penyimpanan suhu 35° C membentuk persamaan regresi $y = 1,2710 + 0,4690x$, ($R^2 = 0,9739$) dan koestantan penurunan mutu (k) 0,4690.

Korelasi antara bilangan peroksida dengan waktu pengamatan bubur instan dalam kemasan aluminium foil penyimpanan suhu 25° C membentuk persamaan regresi $y = 3,1511 + 1,3065x$, ($R^2 = 0,9740$) dan koestantan penurunan mutu (k) 1,3065. Sedangkan pada penyimpanan suhu 35° C membentuk persamaan regresi $y = 2,7571 + 1,18x$, ($R^2 = 0,9975$) dan koestantan penurunan mutu (k) 1,18.

Perhitungan Umur Simpan

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

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

Jenis Kemasan	Kadar Lemak	Bilangan Peroksida
HDPE	$\ln K = -882 - 2,1684 (1/T)$ $R^2 = 1$	$\ln K = -16,7911 + 4874,5(1/T)$ $R^2 = 1$
Aluminium Foil	$\ln K = 36,6213 - 12953 (1/T)$ $R^2 = 1$	$\ln K = -1,9981 + 509 (1/T)$ $R^2 = 1$

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.

Hasil perhitungan berdasarkan parameter kadar lemak menunjukkan umur simpan lemak bubur instan yang difortifikasi dengan konsentrat

protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE yang dilapisi kertas karton pada penyimpanan suhu 25°C yaitu 41,5879 hari dan pada suhu penyimpanan 35°C memiliki umur simpan selama 29,1411 hari. Bubur instan dalam kemasan Aluminium foil yang dilapisi kertas karton pada penyimpanan suhu 25°C memiliki umur simpan 160 hari, dan pada penyimpanan suhu 35°C memiliki umur simpan 26,1904 hari.

Dilihat dari parameter kadar lemak pada penyimpanan suhu 35°C

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.

lebih singkat dibandingkan dengan penyimpanan suhu 25°C. Syarif dan Halid (1993), menjelaskan bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Oleh karena itu suhu sangat penting perannya dan harus menjadi elemen penting yang perlu diperhatikan dalam penentuan umur simpan suatu produk.

Bubur instan pada kemasan Aluminium foil pada penyimpanan suhu 25°C memiliki umur simpan yang lebih panjang (160 hari) dibandingkan dengan kemasan HDPE pada penyimpanan suhu 35°C (29,1411 hari). Hal ini sesuai dengan pendapat Wheaton dan Lawson (1985), Aluminium foil yang berbahan dasar Aluminium foil yang mempunyai komposisi kimia yang baik, resisten terhadap lemak dan minyak, tidak menimbulkan reaksi kimia terhadap makanan, mempunyai kekuatan yang baik dan cukup kuat untuk melindungi produk dari perlakuan kasar selama penyimpanan,

mempunyai daya serap yang rendah terhadap uap air, serta tersedia dalam berbagai bentuk.

Pengemasan ganda dapat juga mencegah, mengurangi kerusakan – kerusakan untuk mempertahankan mutu yaitu mencegah terjadinya kontaminasi, memperkecil oksidasi lemak yang dapat mengakibatkan ketengikan serta timbulnya jamur.

Hasil perhitungan berdasarkan parameter kadar peroksida menunjukkan umur simpan bubuk instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam kemasan HDPE yang dilapisi kertas karton pada suhu penyimpanan 25°C memiliki umur simpan selama 61,0149 hari dan bubuk instan yang dikemas menggunakan HDPE yang dilapisi kertas karton dengan suhu penyimpanan 35°C memiliki umur simpan selama 41,9248 hari. Bubur instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin yang dikemas menggunakan Aluminium foil yang dilapisi kertas karton pada penyimpanan suhu 25°C memiliki umur simpan selama 53,1154 hari dan pada penyimpanan suhu 35°C memiliki umur simpan selama 24,5895 hari.

Berdasarkan hasil perhitungan hasil korelasi, didapatkan hasil bahwa rata – rata perhitungan regresi memiliki R^2 mendekati 1. Bila koefisien korelasi semakin mendekati angka 1 berarti korelasi tersebut semakin kuat. Berdasarkan hal tersebut parameter bilangan peroksida dapat dijadikan sebagai parameter untuk menduga umur simpan bubuk instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin. Menurut Ketaren (1986), bilangan peroksida dapat digunakan sebagai petunjuk adanya kerusakan oksidatif

pada minyak atau lemak. Kenaikan bilangan peroksida merupakan indikator bahwa lemak atau minyak akan menjadi tengik.

Berdasarkan parameter kadar peroksida bubuk instan yang disimpan pada suhu 35°C memiliki umur simpan yang lebih singkat dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 25°C. Hal ini sesuai pernyataan Ketaren (1986), bahwa kenaikan bilangan peroksida merupakan salah satu indikator mulai terjadinya ketengikan bahan, semakin tinggi suhu maka semakin cepat reaksi pembentukan bilangan peroksida sehingga bahan semakin tengik.

Umur simpan bubuk instan yang dikemas dalam kemasan HDPE pada suhu penyimpanan 25°C (61,0149 hari) lebih lama dibandingkan dengan kemasan aluminium foil pada suhu penyimpanan 25°C (53,1134 hari). Hal ini dikarenakan penggunaan plastik sebagai bahan pengemas mempunyai keunggulan dibanding bahan pengemas lain karena sifatnya yang ringan, transparan, kuat, termoplastis dan selektif dalam permeabilitasnya terhadap uap air, O₂, CO₂. Sifat permeabilitas plastik terhadap uap air dan udara menyebabkan plastik mampu berperan memodifikasi ruang kemas selama penyimpanan (Winarno, 1987).

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/m². hari.mmHg (Cooksey,2004). HDPE memberi perlindungan yang baik terhadap air dan meningkatkan

stabilitas terhadap panas. Titik leleh plastik jenis ini yaitu 120-130°C (Buckle et al., 1987). Menurut Robertson (1993), HDPE lebih tahan terhadap zat kimia dibandingkan dengan LDPE, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap minyak dan lemak (Azriani, 2006).

Pengemasan ganda dapat juga mencegah terjadinya kontaminasi, memperkecil oksidasi lemak yang dapat mengakibatkan ketengikan serta timbulnya jamur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk menduga umur simpan bubur instan yang difortifikasi dengan konsentrat protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan menggunakan persamaan Arrhenius yang berpedoman pada parameter bilangan peroksida bahwa bubur instan yang dikemas dalam kemasan HDPE yang dilapisi kertas karton pada suhu penyimpanan 25°C dapat mempertahankan umur simpan selama 61,0149 hari.

SARAN

Penulis menyarankan untuk membuat desain kemasan bubur instan menggunakan jenis kemasan aluminium foil dan HDPE yang dilapisi kertas karton serta mencantumkan masa kadaluwarsanya. Penulis juga menyarankan untuk melakukan pendugaan umur simpan menggunakan parameter lainnya seperti parameter mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpah. 2001. Penentuan Kedaluwarsa Produk Pangan. Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azriani, Y. 2006. Pengaruh Jenis Kemasan Plastik dan Kondisi Pengemasan Terhadap Kualitas Mie Sagu Selama Penyimpanan. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH, Woofon M. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta : UI Press.
- Departemen dan Kebudayaan. 1989. Kamus Besar Bahasa Indonesia. Balai Pustaka. Jakarta.
- 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.
- Dewita, Syahrul, dan Isnaini. 2011. Pemanfaatan Konsentrat Protein Ikan Patin (*Pangasius* sp) Untuk Pembuatan Biskuit dan Snack. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 1: 30-34.
- 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. Dalam Laporan Hibah Kompetensi Kajian Diversifikasi Ikan Patin (*Pangasius sp*) Dalam Bentuk Konsentrat Protein Ikan dan Aplikasinya Pada Produk Makanan Jajanan unt Menanggulangi Gizi Buruk pa Anak Balita Di Kabupaten Kampar Riau. LPPM.
- Cooksey, K. (2004). Important Factor For Selecting Food Packaging Materials Based On Permeability. Clemson University. South Carolina.
- Harper. 1975. Handbook of Plastic and Elastomer. Westing House Electric Corporation. Baltimore. Maryland.
- Ketaren, S. 1986. Minyak dan Lemak Pangan. UI Press. hal 2-60. 189-191 dan 239-246. Jakarta.
- Nirwana SK. Sitepu. 1994. Analisis Jalur (Path Analysis). Unit Pelayanan Statistika Jurusan Statistika. Bandung : FMIPA UNPAD.
- Robertson. 1993. Food Packing Principles and Practices. 2nd ed. Marcell Dekker Inc., New York.
- Syarief, R. dan Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Penerbit Arcan. Bandung.
- Wheaton, F., dan Lawson, 1985. Processing Aquatic Food Product.A. Willey Interscience Publication. John Willey and Sons. New York. 571 pp.
- Winarno, F.G. 1987. Mutu, Daya Simpan, Transportasi dan Penanganan Buah buahan dan Sayuran. Konferensi Pengolahan Bahan Pangan dalam Swasembada Ekspor. Departemen Pertanian. Jakarta.