

## **PENENTUAN UMUR SIMPAN METODE *ACCELERATED SHELF-LIFE TESTING* (ASLT) PADA KOSENTRAT IKA GABUS (*Ophiocephalus striatus*) DALAM KAPSUL**

### **(Determination of Shelf Life Using Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Method on Snakehead Fish (*Ophiocephalus striatus*) Concentrate in Capsules)**

**A. Hermina Julyaningsih<sup>1\*</sup>, Abu Bakar Tawali<sup>2</sup>, dan Ibnu Mansyur Hamdani<sup>3</sup>**

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin & Akademi Komunitas Manufaktur Bantaeng

\*) Email korespondensi: aherminajulyaningsih@gmail.com

#### **ABSTRACT**

Concentrated albumin from snakehead fish can be made into a powder form and then packed in capsules which can be as a food supplement for the human body. Concentrated albumin in capsule is considered more efficient and economical to fulfill the body's need for albumin mainly for people suffering from degenerative disease. Determination of the shelf life of the product in addition to a guarantee the safety food product for consumers can also help producers and distributors to distribute their products. Determination of the shelf life can be a reference to the manufacturer or distributor when a product should be circulated and withdrawn from the market. Methods in determining the shelf life of the snakefish concentrate in capsule is using the Arrhenius equation. Products were stored in three different temperature, The ambient temperature (28 0C) and two extreme temperatures (43 0C and 530C). The parameters were the total microbial, TBA value, albumin, moisture content, ash content and organoleptic includes appearance and texture. Experimental design was a complete randomized design (CRD) with one factor is temperature. Based on the chemical analysis which was TBA as the key parameter, the shelf life of snakehead fish concentrate in capsule was 217 days or 7 months, while from the physical analysis (organoleptic) that appearance as a key parameter, the shelf life of the snakehead fish concentrate in a capsule was 367.6 days or 12.3 months.

**Keywords:** Snakehead fish, Concentrated Albumin, Shelf Life, Arrhenius Equation

#### **PENDAHULUAN**

Pendugaan waktu kadaluarsa atau umur simpan suatu produk sangat perlu dilakukan bagi suatu industri pangan utamanya industri pangan skala menengah hingga skala besar. Penentuan umur simpan produk selain dapat menjadi jaminan bagi konsumen terhadap keamanan suatu produk pangan juga dapat membantu produsen dan distributor dalam menyalurkan produknya. Penentuan umur simpan tersebut dapat menjadi acuan bagi produsen atau distributor kapan suatu produk harus beredar dan ditarik dari pasaran.

Metode pendugaan umur simpan suatu produk pangan secara umum terbagi atas dua

cara yaitu *Extended Storage Studies* dan *Accelerated Shelf-life Testing* (Floros dan Gnanasekharan 1993 dalam Herawati 2008). *Extended Storage Studies* atau biasa juga disebut metode konvensional dilakukan dengan menguji umur simpan suatu produk pangan yang disimpan pada kondisi penyimpanan produk yang sebenarnya sedangkan *Accelerated Shelf-life Testing* atau metode akselerasi dilakukan dengan menguji umur simpan produk pangan pada kondisi lingkungan yang dapat menyebabkan produk cepat mengalami kerusakan dengan mengatur kondisi suhu dan kelembaban relative lingkungan tempat produk disimpan.

Penelitian pendugaan umur simpan telah banyak dilakukan sebelumnya namun dengan objek penelitian yang berbeda-beda. Masyarakat awam biasanya menggunakan metode *Extended Storage Studies* dalam menentukan lama umur simpan suatu produk pangan, mengingat metode ini jauh lebih murah dan lebih mudah dilakukan, yaitu hanya dengan menyimpan produk pada kondisi dimana produk biasanya disimpan dan diamati hingga produk tidak bisa diterima lagi secara organoleptik oleh konsumen. Namun metode tersebut membutuhkan waktu yang lama utamanya bagi produk pangan yang berkadar air rendah atau tidak mudah rusak seperti tepung, abon, dan produk bubuk lainnya.

Penelitian ini akan menentukan dugaan umur simpan konsentrat ikan gabus menggunakan metode Accelerated Shelf-life Testing dengan perlakuan kombinasi kamar dan suhu ekstrim. Penggunaan suhu ekstrim akan mempercepat proses kerusakan pada produk sehingga waktu yang digunakan untuk mengamati dan menentukan umur simpan produk tersebut jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode *Extended Storage Studies*. Hasil pendugaan pada kondisi-kondisi lingkungan tersebut akan dibandingkan kemudian akan dijadikan acuan dalam penentuan umur simpan produk konsentrat ikan gabus dalam kapsul. Berdasarkan uraian sebelumnya maka penulis terdorong melakukan penelitian ini.

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian memuat tujuan dan kegunaan dilakukannya penelitian.

1. Mengetahui umur simpan konsentrat ikan gabus dalam kapsul dengan penyimpanan beberapa kondisi suhu.
2. Mengetahui perubahan mutu yang dialami oleh konsentrat ikan gabus yang dipengaruhi oleh umur simpannya terhadap kadar air, kadar abu, organoleptik, mikroorganisme, TBA dan albumin.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Alat

Penelitian ini menggunakan berbagai peralatan, seperti wadah, pisau, termometer,

inkubator, oven, desikator, timbangan analitik, pipet mikro, spektrofotometer, kulkas, freezer, Erlenmeyer, penjepit logam, peralatan destilasi, peralatan gelas, cawan petri, cawan porselen, tabung reaksi, toples modifikasi, pH meter, dan autoclave.

#### Bahan

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrat ikan gabus dalam kapsul, NaOH, Plate Count Agar (PCA) / TPC, kemasan aluminium foil), NaCl, aquades,  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . KCl, dan  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ .

#### Prosedur Penelitian

Metode dalam penentuan umur simpan konsentrat ikan gabus dalam kapsul ini adalah dengan menggunakan persamaan Arrhenius. Produk disimpan dalam 3 suhu yang berbeda yaitu suhu  $28^{\circ}C$ ,  $43^{\circ}C$  dan  $53^{\circ}C$ . Analisa dan parameter yang digunakan adalah penentuan total mikroba, Nilai TBA, albumin, kadar air, dan organoleptik yang meliputi kenampakan dan tekstur dari kapsul. Pada pengujian organoleptik menggunakan metode scoring dengan skala 1 – 5 terhadap parameter organoleptik yang telah ditentukan. Sampel disimpan dalam kapsul dengan berat sampel 6-7 gr selama 8 minggu dimana tiap 7 hari dilakukan pengujian terhadap sampel.

Hasil pengujian yang dilakukan pada setiap parameter kemudian dilakukan perhitungan menggunakan uji duncan untuk mengetahui beda nyata atau tidak bedanya dari setiap parameter yang diujikan. Setelah hasil perhitungan menggunakan uji duncan diketahui maka ketika data menunjukkan beda nyata atau terjadi perubahan yang signifikan maka dilakukan perhitungan laju penurunan mutu (k) dengan menggunakan rumus Arrhenius

$$k = k_0 \cdot e^{(E_a/RT)} \dots\dots\dots(1)$$

atau

$$\ln k = \ln k_0 - E_a/R \dots\dots\dots(2)$$

atau

$$\ln k = \ln k_0 - ((E_a/R)(1/T)) \dots\dots(3)$$

Persamaan (3) merupakan persamaan garis lurus

$$Y = m + b \cdot x \dots\dots\dots(4)$$

$\ln k_0$  dan  $E_a/R$  merupakan konstanta sehingga dapat digantikan dengan A dan B sehingga persamaan (3) berubah menjadi

$$\ln k = A - B (1/T) \dots \dots \dots (5)$$

Nilai A sama dengan nilai *intercept* sehingga bisa diperoleh nilai  $\ln k_0$ . Sedangkan nilai B sama dengan nilai *slope* pada persamaan garis lurus sehingga diperoleh nilai  $-Ea/R$ . Nilai T diperoleh dari suhu dalam satuan  $^{\circ}K$ . Dengan diketahui nilai  $\ln k_0$ , nilai  $-Ea/R$ , dan nilai T, maka nilai k (konstanta laju penurunan mutu) dapat diketahui sehingga dapat di tentukan umur simpan dari produk dimana sebelumnya dilakukan penentuan batas kritis dari tiap parameter. Penurunan mutu dapat dihitung dengan rumus:

$$A_t - A_0 = kt \dots \dots \dots (6)$$

untuk orde nol, dan

$$A_t - \ln A_0 = kt \dots \dots \dots (7)$$

Untuk orde Satu

Desain penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor yaitu:

Faktor I : Suhu Penyimpanan (A)

- A1 = Suhu penyimpanan  $28^{\circ}C$
- A2 = Suhu penyimpanan  $43^{\circ}C$
- A3 = Suhu Penyimpanan  $53^{\circ}C$

Parameter pengamatan yang digunakan meliputi uji ketengikan (TBA), uji total mikroba, kadar albumin, kadar air, kadar abu, dan organoleptik (tekstur dan kenampakan kapsul).

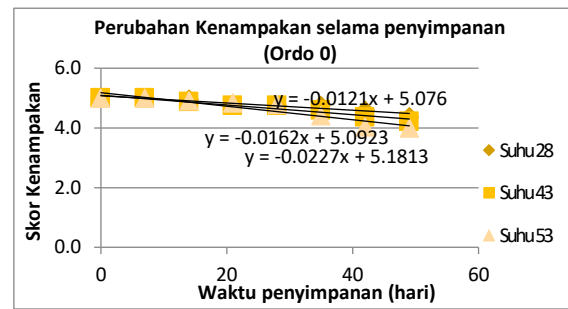
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji ANOVA

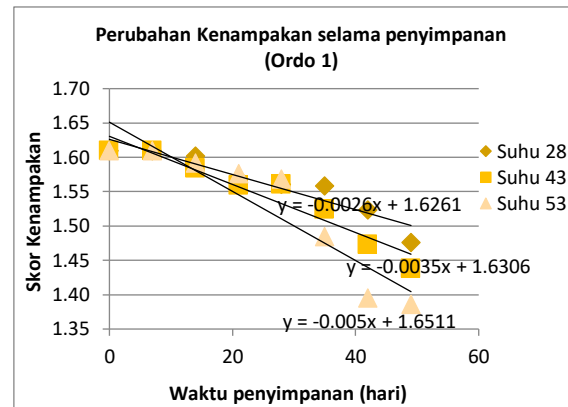
Data yang telah diperoleh kemudian diuji analisis sidik ragam (ANOVA). Berdasarkan uji tersebut parameter kadar abu, kadar air, kadar albumin dan TPC tidak berpengaruh nyata, sedangkan parameter kenampakan kapsul, tekstur dan TBA berpengaruh nyata.

### Parameter Kenampakan Kapsul

Hasil perhitungan Arrhenius yang diamati pada perubahan mutu orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada gambar 01 dan gambar 02.



Gambar 1. Penurunan Mutu Kenampakan kapsul pada Orde 0.



Gambar 2. Penurunan Mutu Kenampakan kapsul pada Orde 1.

Hasil dari gambar 02 dan 03 menghasilkan persamaan garis linear dari masing-masing perlakuan suhu penyimpanan pada orde 0 dan orde 1, sehingga dari ketiga persamaan tersebut dihasilkan nilai slope, intercept dan korelasi yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 01. Nilai slope, intercept dan kolerasi dari persamaan regresi linear parameter Kenampakan kapsul pada orde nol**

Suhu ( $^{\circ}C$ )	Suhu ( $^{\circ}K$ )	Slope(K)	Intercept	Kolerasi
28	301	-0,0121	5,076	0,905
43	316	-0,0162	5,0923	0,934
53	326	-0,0227	5,1813	0,869

**Tabel 02. Nilai slope, intercept dan kolerasi dari persamaan regresi linear parameter Kenampakan kapsul pada orde nol**

Suhu ( $^{\circ}C$ )	Suhu ( $^{\circ}K$ )	Slope(K)	Intercept	Kolerasi
28	301	-0,0026	-1,626	0,895
43	316	-0,0035	-1,631	0,924
53	326	-0,0050	-1,651	0,858

Berdasarkan nilai garis linear untuk memenuhi persamaan  $\ln k = A - B (1/t)$ , maka nilai slope (k) yang diperoleh diubah menjadi

Ln k sedangkan suhu dalam satuan Kelvin (T) diubah menjadi 1/t, sehingga nilai Ln K (Y) dan 1/t (X) untuk orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada tabel 05 dan 06 di bawah ini:

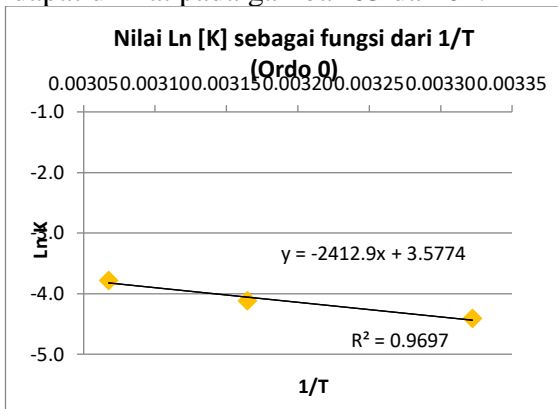
**Tabel 03. Nilai Ln K dan 1/t Orde Nol Pada Parameter Sensori Kenampakan kapsul**

Suhu Dalam °K (T)	1/T (X)	Slope (K)	Ln K (Y)
301	0,00332	-0,0121	-4,415
316	0,00316	-0,0162	-4,121
326	0,00307	-0,0227	-3,785

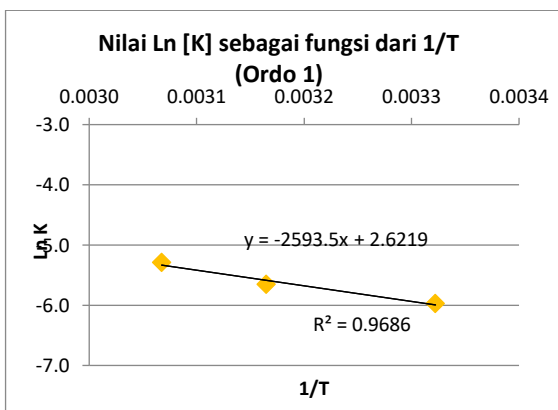
**Tabel 04. Nilai Ln K & 1/t Orde 1 Pada Parameter Sensori Kenampakan kapsul**

Suhu Dalam °K (T)	1/T (X)	Slope (K)	Ln K (Y)
301	0,0033	-0,0026	-5,968
316	0,0032	-0,0035	-5,654
326	0,003802	-0,0050	-5,291

Hasil persemaan nilai Ln k dan 1/t yang didapatkan dari tabel 3 dan tabel 4 diplotkan dalam grafik, sehingga diperoleh persamaan regresi liner Arrhenius. Perbedaan hubungan antara nilai 1/t dan Ln k pada orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada gambar 03 dan 04:



Gambar 3. Hubungan antara nilai 1/t dan Ln k pada orde 0.

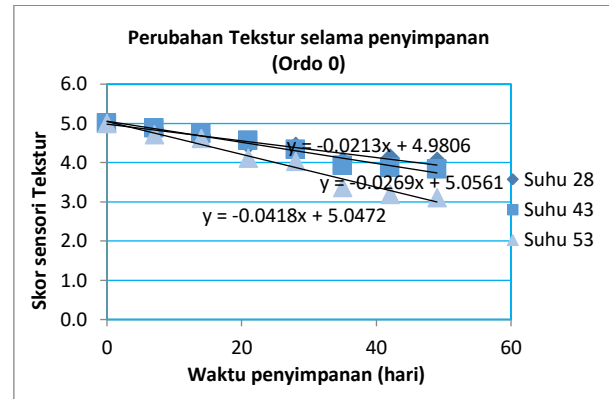


Gambar 4. Hubungan anantara 1/t dan Ln K pada orde 1.

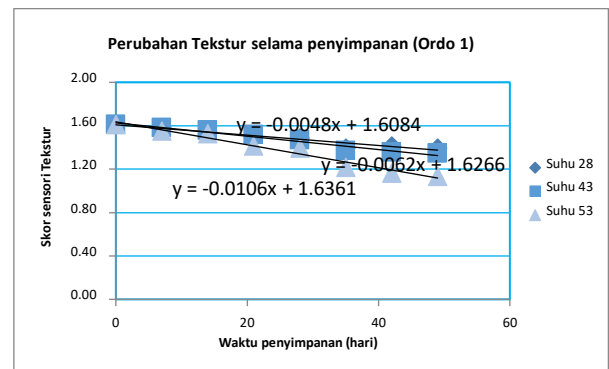
Hasil data yang diplotkan pada grafik di atas menghasilkan regresi linear Arrhenius pada orde 0 yaitu  $Y = -2412,9x + 3,5774$  dengan  $R^2 = 0,9697$  dan regresi linear Arrhenius pada orde 1 yaitu  $Y = -2593,5x + 2,6219$  dengan  $R^2 = 0,9686$ .

**Parameter Tekstur**

Hasil perhitungan Arrhenius yang diamati pada perubahan mutu orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada gambar 05 dan gambar 06.



Gambar 5. Penurunan Mutu Tekstur pada Orde 0.



Gambar 6. Penurunan Mutu Tekstur pada Orde 1.

Hasil dari gambar 5 dan 6 menghasilkan persamaa garis linear dari masing-masing perlakuan suhu penyimpanan pada orde 0 dan orde 1, sehingga dari ketiga persamaan tersebut dihasilkan nilai slope, intercept dan korelasi yang dapat dilihat pada tabel 05 dan 06:

**Tabel 05. Nilai slope, intercept dan kolerasi dari persamaan regresi linear parameter tekstur pada orde nol**

Suhu (°C)	Suhu (°K)	Slope(K)	Intercept	Kolerasi
28	301	-0,0213	4,9806	0,940
43	316	-0,0269	5,05615	0,960
53	326	-0,0418	5,04719	0,968

**Tabel 06. Nilai slope, intercept dan kolerasi dari persamaan regresi linear untuk parameter Tekstur pada orde 1**

Suhu (°C)	Suhu (°K)	Slope(K)	Intercept	Kolerasi
28	301	-0,00481	-1,608	0,939
43	316	-0,0062	-1,627	0,955
53	326	-0,0106	-1,636	0,961

Berdasarkan nilai garis linear untuk memenuhi persamaan  $\ln k = A - B (1/t)$ , maka nilai slope (k) yang diperoleh diubah menjadi  $\ln k$  sedangkan suhu dalam satuan Kelvin (T) diubah menjadi  $1/t$ , sehingga nilai  $\ln K$  (Y) dan  $1/t$  (X) untuk orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada tabel 07 dan 08 di bawah ini:

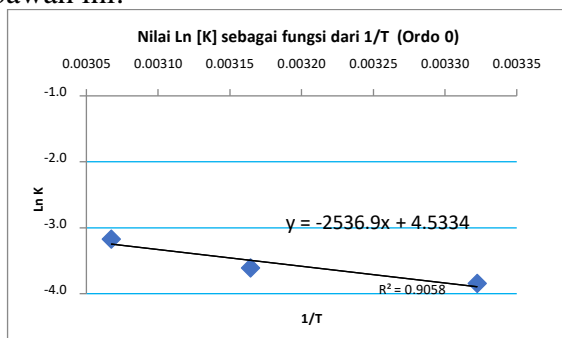
**Tabel 07. Nilai Ln K dan 1/t Orde Nol Pada Parameter Sensori Tekstur**

Suhu Dalam °K (T)	1/T (X)	Slope (K)	Ln K (Y)
301	0,00332	-0,0213	-3,849
316	0,00316	-0,0269	-3,615
326	0,00307	-0,0418	-3,174

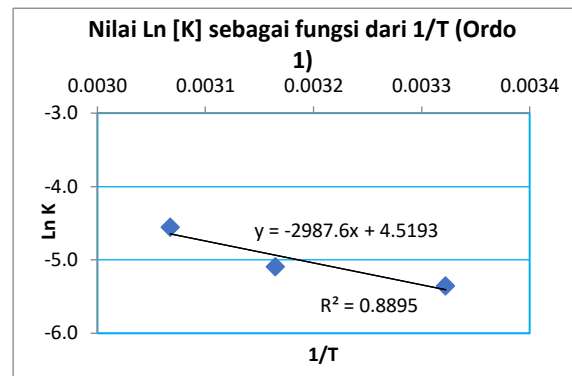
**Tabel 08. Nilai Ln K dan 1/t Orde 1 Pada Parameter Sensori Tekstur**

Suhu Dalam °K (T)	1/T (X)	Slope (K)	Ln K (Y)
301	0,0033	-0,00481	-5,347
316	0,0032	-0,0062	-5,090
326	0,003802	-0,0106	-4,549

Hasil persamaan nilai  $\ln k$  dan  $1/t$  yang didapatkan dari tabel 08 dan tabel 09 diplotkan dalam grafik, sehingga diperoleh persamaan regresi linear Arrhenius. Perbedaan hubungan antara nilai  $1/t$  dan  $\ln k$  pada orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada gambar 07 dan 08 di bawah ini:



Gambar 7. Hubungan antara nilai  $1/t$  dan  $\ln k$  pada orde 0.

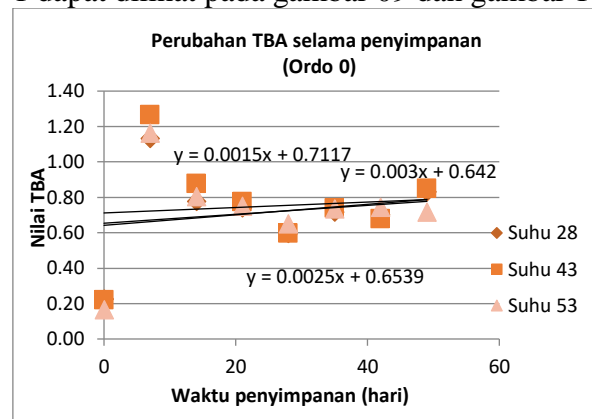


Gambar 8. Hubungan antara nilai  $1/t$  dan  $\ln k$  pada orde 1.

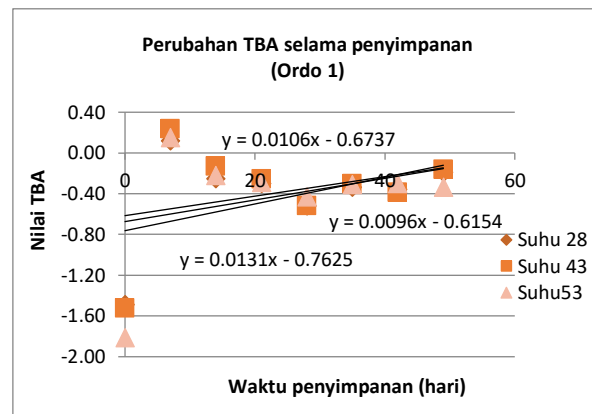
Hasil data yang diplotkan pada grafik di atas menghasilkan regresi linear Arrhenius pada orde 0 yaitu  $Y = -2536,9 + 4,5334$  dengan  $R^2 = 0,9508$  dan regresi linear Arrhenius pada orde 1 yaitu  $Y = -2987,6x + 4,5139$  dengan  $R^2 = 0,8895$ .

### Parameter TBA

Hasil perhitungan Arrhenius yang diamati pada perubahan mutu orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada gambar 09 dan gambar 10



Gambar 9. Penurunan Kandungan TBA pada Orde 0.



Gambar 10. Penurunan Mutu Kenampakan kapsul pada Orde 1.

Hasil dari gambar 9 dan 10 menghasilkan persamaan garis linear dari masing-masing perlakuan suhu penyimpanan pada orde 0 dan orde 1, sehingga dari ketiga persamaan tersebut dihasilkan nilai slope, intercept dan korelasi yang dapat dilihat pada tabel 09 dan tabel 10

**Tabel 09. Nilai slope, intercept dan kolerasi dari persamaan regresi linear parameter Kandunga TBA pada orde nol**

Suhu (0C)	Suhu (0K)	Slope (K)	Intercept	Kolera si
28	301	0,0030	0,64198	0,041
43	316	0,0015	0,71175	0,008
53	326	0,0025	0,6539	0,025

**Tabel 10. Nilai slope, intercept dan kolerasi dari persamaan regresi linear untuk parameter Kandungan TBA pada orde 1**

Suhu (0C)	Suhu (0K)	Slope (K)	Intercept	Kolera si
28	301	0,0106	0,674	0,150
43	316	0,0096	0,615	0,103
53	326	0,0131	0,763	0,151

Berdasarkan nilai garis linear untuk memenuhi persamaan  $\ln k = A - B (1/t)$ , maka nilai slope (k) yang diperoleh diubah menjadi  $\ln k$  sedangkan suhu dalam satuan Kelvin (T) diubah menjadi  $1/t$ , sehingga nilai  $\ln K$  (Y) dan  $1/t$  (X) untuk orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada tabel 11 dan 12 di bawah ini:

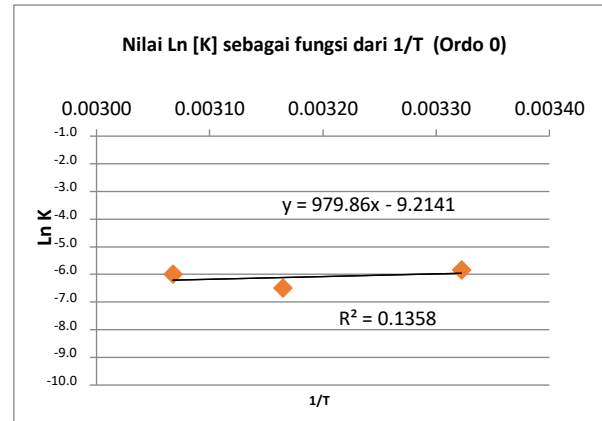
**Tabel 11. Nilai Ln K dan 1/t Orde Nol Pada Parameter TBA**

Suhu Dalam °K (T)	1/T (X)	Slope (K)	Ln K (Y)
301	0,00332	0,0030	-5,820
316	0,00316	0,0015	-6,477
326	0,00307	0,0025	-5,983

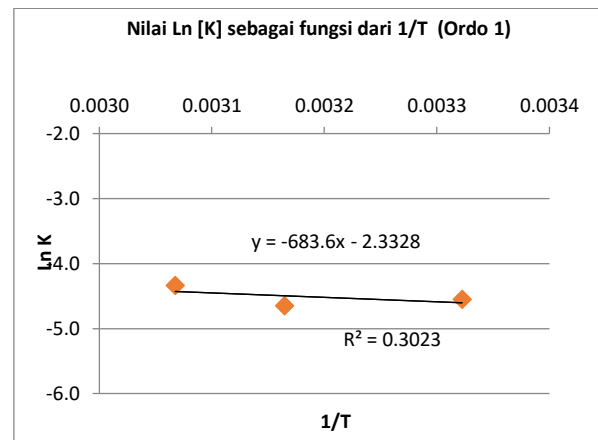
**Tabel 12. Nilai Ln K dan 1/t Orde 1 Pada Parameter TBA**

Suhu Dalam °K (T)	1/T (X)	Slope (K)	Ln K (Y)
301	0,0033	0,0106	-4,546
316	0,0032	0,0096	-4,649
326	0,00307	0,0131	-4,335

Hasil persemaan nilai  $\ln k$  dan  $1/t$  yang didapatkan dari tabel 16 dan tabel 17 diplotkan dalam grafik, sehingga diperoleh persamaan regresi liner Arrhenius. Perbedaan hubungan antara nilai  $1/t$  dan  $\ln k$  pada orde 0 dan orde 1 dapat dilihat pada gambar 11 dan 12 di bawah ini:



Gambar 11. Hubungan antara nilai  $1/t$  dan  $\ln k$  pada orde 0.



Gambar 12. Hubungan anantara  $1/t$  dan  $\ln K$  pada orde 1.

Hasil data yang diplotkan pada grafik di atas menghasilkan regresi linear Arrhenius pada orde 0 yaitu  $Y = 1470,3x + 12,917$  dengan  $R^2 = 0,0835$  dan regresi linear Arrhenius pada orde 1 yaitu  $Y = 1013,5x + 7,7722$  dengan  $R^2 = 0,3598$ .

### Pendugaan Umur Simpan

Hasil penentuan energi aktivasi dapat dilihat pada tabel 11

**Tabel 13. Hubungan 1/T versus slope dan energi aktivasi setiap Parameter Pengamatan Konsentrat Ikan Gabus dalam Kapsul**

Parameter	Ordo 0		Ordo 1	
	Ea (KJ/mol)	Korelasi	Ea (KJ/mol)	Korelasi
Tekstur	21,09	0,906	24,84	0,889
Kenampakan kapsul	20,06	0,970	21,56	0,969
Bil TBA	8,15	0,136	5,68	0,302

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini yaitu:

1. Berdasarkan analisis kimia yaitu kandungan TBA sebagai parameter kunci, umur simpan konsetrat ikan gabus dalam kapsul adalah 217,7 hari atau 7,3 bulan sedangkan dari analisis fisik (organoleptik) yaitu kenampakan kapsul sebagai parameter kunci, umur simpan konsetrat ikan gabus dalam kapsul adalah 367,6 hari atau 12,3 bulan.
2. Konsentrat ikan gabus dalam kapsul berdasarkan analisa kadar air, kadar abu, kadar albumin (lowry) dan total plate count tidak mengalami banyak perubahan selama penyimpanan 8 minggu, sedangkan dari uji TBA semakin lama penyimpanan, maka bilangan peroksida yang menjadi penyebab ketengikan semakin meningkat, namun jika terjadi oksidasi lebih lanjut, peroksida akan menjadi senyawa-senyawa aldehid, keton dan asam lemak bebas yang mudah menguap. Uji organoleptik yaitu tekstur dan kenampakan kapsul menunjukkan semakin lama penyimpanan maka semakin menurun kualitas mutunya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menghaturkan terima kasih banyak yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan penelitian ini. Kami berharap semoga laporan penelitian dosen pemula tahun 2024 ini membawa pengaruh positif bagi kita.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andy. 2009. *Pre-College Chemistry*. New York: Mc. Graw Hill.
- Febrina, Ellin. 2007. *Formulasi Sediaan Emulsi Buah Merah sebagai Produk Antioksidan Alami*. Laporan Penelitian Peneliti Muda (LITMUD) Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran. Bandung. Diakses tanggal 29 Maret 2014, Makassar.
- Anonim. 2009. *Adsorption and Desorption Isotherms*.

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan untuk parameter kandungan TBA orde yang digunakan adalah orde 1, untuk parameter kenampakan kapsul orde yang digunakan adalah orde 0, kemudian untuk parameter tekstur ordo yang digunakan adalah ordo 0. Namun untuk parameter kenampakan dan tekstur kapsul, kedua nilai korelasi antara ordo 0 dan ordo 1 tergolong tinggi sehingga keduanya dapat dijadikan parameter penentu. Hal ini sesuai pernyataan (Kunsnandar, 2008) bahwa penentuan orde reaksi yang paling cocok adalah memilih model yang secara umum memberikan  $R^2$  (korelasi) yang tinggi, namun apabila model orde 0 dan orde 1 memiliki  $R^2$  yang tinggi, bisa dipilih salah satunya.

Penentuan parameter kunci yang digunakan dalam pendugaan umur simpan dilakukan dengan menentukan energi aktivasi terkecil yang digunakan oleh setiap parameter dalam memulai suatu reaksi, namun ada pula yang menjadikan nilai korelasi ordo terpilih yang dijadikan patokan penentuan parameter kunci.

Setelah penentuan parameter kunci yaitu kandungan TBA, umur simpan (t) dapat dihitung dengan persamaan kinetika reaksi sesuai dengan orde reaksinya. Untuk parameter TBA mengikut orde 1 sehingga persamaan umur simpannya yaitu  $At - \ln A_0 = kt$  dimana At adalah nilai parameter titik kritis TBA,  $\ln A_0$  adalah nilai  $\ln$  mutu awal dan k adalah laju peningkatan nilai TBA.

Hasil perhitungan umur simpan konsetrat ikan gabus dalam kapsul dengan suhu yang bereda dapat dilihat pada Tabel 12:

**Tabel 14. Penentuan Umur Simpan Konsentrat Ikan Gabus (Bulan)**

Suhu (°C)	Ordo	Tekstur	Kenampakan kapsul	TBA
28	0	4,9	8,5	22,9
	1	6,8	12,3	7,3
15	0	7,2	12,2	19,8
	1	10,7	18,1	8,0
27	0	6,2	10,5	22,6
	1	8,9	15,5	7,3
33	0	2,2	3,9	24,1
	1	2,6	5,4	6,991

Sampel biasanya disimpan pada suhu ruang berkisar 28°C sehingga penentan umur simpan pada suhu tersebut adalah selama 217,7 hari atau 7,3 bulan.

- <http://www.cdavies.files.wordpress.com/2006/09/mis-3.jpg> [8 April 2009].
- Ansar, 2010. Pengolahan dan Pemanfaatan Ikan Gabus. Kementerian Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Nonformal dan Informal
- Ansel, H.C. (2005). Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi. Edisi keempat. Jakarta. UI Press. Halaman: 217-218. Direktorat Pendidikan Kesetaraan. Jakarta : ISBN
- Apriyanto, Anton, et al. 1989. Analisis Pangan. Bogor: IPB-press
- Arpah M. 2001. Buku dan Monograf Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Asfar, 2007. Optimalisasi Ekstraksi Albumin Ikan Gabus sebagai Food Suplement (skripsi), Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, dan M. Wootton. 1988. Food Science. Terjemahan. Hari Purnomo dan Adiono. Ilmu Pangan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Chang, Raymond. 2007. Chemistry Ninth Edition. New York: Mc Graw Hill.
- Chiwede, I., Jones, B.E dan Podczek, F. 2000. The Shell Disolutio of Various Empety Hard Capsules. Chem. Pharm Bull. 48(7): 951-956
- De Mann J. 1997. Kimia Pangan. Cetakan Pertama. ITB. Bandung.
- Fadli, Oktober 2010. Bagusnya Ikan Gabus. Warta Pasarikan Edisi No.86, hal.4-5 Gayton. "Buku Ajar Fisiologi Kedokteran". Edisi 11. Jakarta : EGC.2008. Hal 896.
- Floros, J.D. and V. Gnanasekharan. 1993. Shelf Life Prediction of Packaged Foods: chemichal, biological, physical, and nutritional aspects. G. Chlaralambous (Ed.). Elsevier Publ., London.
- Herawati H. 2008. Penentuan Umur Simpan Produk Pangan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 27 (4): 124-130.
- Honkanen, O. 2004. Biopharmaceutical Evaluation of Orally and Rectally Administered Hard Hydroxypropyl Methylcellulose Capsules. Helsinki: Yliopistopaino.
- Kontny, MJ. Dan Mulski, C.A. 1989. Gelatin capsule brittleness as a fuction of relative humadity at room temperature. Int J Pharm 54: 79-85
- Ketaren.S., 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI-Press. Jakarta.
- Kusnandar, F. 2006. Aplikasi program computer sebagai alat bantu penentuan umur simpan produk pangan: metode Arrhenius. Pelatihan Pendugaan Waktu Kedaluwarsa (Shelf Life) Bahan dan Produk Pangan. Bogor, 1-2 Desember 2004. Pusat Studi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Kusnandar, F. 2008. Perencanaan dan Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan: Aplikasi Prinsip Arrhenius. Pusat Studi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Labuza.TP. 1982. Shelf Life Dating of Food. Food and Nutrition Press, Inc. Westport, Connecticut, USA.
- Lachman. L, Lieberman HA, Kanig JL. 1994. Teori dan Praktek Farmasi Industri. Edisi ketiga. Vol III. Diterejmahkan oleh Sitti Suyatmi. Jakarta: UI Press; hal.1355.
- Margareth, R.C, Morques, Cole, E, Kruep, D., Gray, V. Murachanian, D. Brown, W.E dan Glancasporo. 2009. Liquid-filled Gelatin Capsules Pharmacopeial Forum. Vol.35 (4)
- Mayangsari, Rosi. 2012 Konsentrat protein ikan. <http://www.scribd.com/doc/68758770/Konsentrat-Protein-Ikan>. Akses tanggal 28 November 2012, Makassar.
- Moore, John T. 2003. Kimia For Dummies. Indonesia:Pakar Raya.
- Morales, F.J. dan van Boekel, M.A.J.S. 1998. A Study on Advanced Mailard Reaction in Heated Case in/ Sugar Solutions: Color Formation. International Daily Journal 8:907-915
- Ogura, T. Furuya, Y. dan Matsuura, S. 1998. HPMC Capsules:an alternative to gelatin. Eur.Pharm. Technol. 10:32-42
- Robertson, G. L. 1993. Food Packaging Principles and Practice. Marcel Decker Inc., USA.



- Saanin, H, 1986. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Binacipta Jakarta
- Sediaoetama. 2004. *Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi* Jilid 1. Jakarta : Dian Rakyat, Hal 74 – 75.
- Syarief *et al.* 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Syarief, R. dan Haryadi Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Penerbit Arcan, Jakarta.
- Sunatrio,S., 2003. Peran albumin pada Penyakit Kritis, dalam Konsensus Pemberian Albumin pada Sirosis Hati. FKUI Press. Jakarta.
- Winarno, FGa. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, 2004. Kimia Pangan Dan Gizi. Penerbit PT Gramedia, Jakarta.