



## Pembuatan Biskuit dari Campuran Beras, Jagung, Tepung Tempe dan Implikasinya Terhadap Prediksi Kadaluwarsa

Stella Letizia<sup>1)</sup>, Ign Suharto<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan  
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141, Telp. (022) 2032655, Fax. (022) 2031110

1) [stella.sutoko@gmail.com](mailto:stella.sutoko@gmail.com)

2) [ign.suharto@gmail.com](mailto:ign.suharto@gmail.com)

### Abstract

*Mixed Foodstuff (BMC) with basic materials such as rice flour, corn flour, and tempeh flour contains high protein content. It may contribute to solving the problem of lack of calories of protein in Indonesia. The objective of this research is to study the effect of storage temperature of  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $26-27^{\circ}\text{C}$ , and  $35^{\circ}\text{C}$  with the packaging of polypropylene (PP) and polyethylene (PE) to the expiry date of BMC products. The benefit of this research is to contribute the determination of expiry date to the food industries. The method used in this research consists of two stages, namely; the first stage was the preparation of raw material and the preparation of biscuit, and the second stages was the determination of expiry date of BMC products based on integration and differential methods, respectively in order to determine the reaction order value and the reaction rate constant value. The result of the research shows that to produce BMC biscuit product that fulfills the Indonesian Standard of Quality (SNI), Polypropylene is better to use to package food product in the storage temperature of  $26-27^{\circ}\text{C}$  in which the expiry date that is obtained from the integration method is 176 days, and from the differential method is 267 days. Meanwhile, Polyethylene is better to use to package food product in the storage temperature of  $(-20)^{\circ}\text{C}$  in which the expiry date that is obtained from the integration method is 831 days, and from the differential method is 483 days. The value of activation energy obtained in Polypropylene is  $3078.69\text{ cal/mol}$  and in Polyethylene is  $504.88\text{ cal/mol}$ . It concludes that Polyethylene has fast reaction rate of deterioration and short length of expiry date. In the storage temperature above  $10^{\circ}\text{C}$ , the integration method is better to use to determine the length of the expiry date because it result a shorter expiry date than the one resulted by the differential method. So it gives consumers a better safety.*

**Keywords:** *Mixed Foodstuff (BMC), expired date, integration and differential, activation energy, food safety.*

### Pendahuluan

Dewasa ini kurang kalori protein masih melanda penduduk Indonesia. Oleh karena itu, bahan makan campuran (BMC) berbasis pada pangan nabati setempat seperti kedelai, jagung dan beras dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku yang berkontribusi menangani kurang kalori protein di Indonesia, khususnya bagi penduduk berpenghasilan rendah. Kurang kalori protein adalah keadaan kurang gizi yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi dan protein dalam makanan sehari-hari sehingga tidak memenuhi kecukupan gizi (Abubakar dkk., 2002). Salah satu cara menanggulangnya adalah dengan pemberian BMC sebagai sumber energi dan protein. Pada kedelai terdapat asam amino lisin sebesar 2,634 mg dalam 100 g kedelai kering dan kadar asam amino metionin sebesar 80 mg dalam 100 g kedelai kering (Lie Gon Hong, *et al.*, 1980), sedangkan jagung mempunyai kadar asam amino metionin tinggi dan kadar asam amino lisin rendah sehingga kombinasi tepung tempe dan tepung jagung akan menyeimbangkan kebutuhan asam amino lisin dan metionin dalam BMC.

Secara alami suatu produk pangan akan mengalami penurunan mutu seiring bertambahnya waktu. Hal ini menunjukkan bahwa akan ada batas waktu akhir dimana suatu produk menjadi tidak dapat diterima, sehingga dilakukan pencantuman informasi kadaluwarsa yang sangat penting bagi semua pihak baik produsen maupun konsumen dalam memproduksi suatu bahan pangan yang bermutu, aman dan layak untuk dikonsumsi. **Masalah** penelitian ialah ketidakjelasan metode penetapan kadaluwarsa tepat guna produk BMC serta jenis kemasannya. **Tujuan** penelitian ialah mempelajari pengaruh suhu penyimpanan BMC pada temperatur  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $26-27^{\circ}\text{C}$ , dan  $35^{\circ}\text{C}$  dengan jenis plastik kemasan polipropilen (PP) dan polietilen (PE) terhadap waktu kadaluwarsa produk BMC. **Manfaat** penelitian ialah memberikan kontribusi metode penetapan waktu kadaluwarsa BMC tepat guna bagi dunia industri pangan.





## Metoda penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama membuat persiapan bahan baku tepung beras, tepung jagung dan tepung tempe dan biskuit BMC, dan tahap kedua untuk menghitung waktu kadaluwarsa produk BMC. Tahap pertama dilakukan dengan membuat beras, jagung, dan tempe kedalam bentuk tepung terlebih dahulu untuk memudahkan proses pencampuran bahan baku dalam pembuatan biskuit sebagai produk BMC. Dalam pembuatan tepung beras dan tepung jagung, beras dan jagung terlebih dahulu dicuci untuk membersihkan kotoran, kemudian beras dijemur selama 24 jam sedangkan jagung direndam menggunakan air kapur selama 24 jam, dibersihkan kulit arinya dan dijemur hingga kering. Setelah itu, beras dan jagung dihancurkan menggunakan *blender* kering dan diayak menggunakan ayakan tepung. Dalam pembuatan tepung tempe, terlebih dahulu biji kedelai direndam dalam air panas selama 24 jam, dibersihkan kulit arinya, dan dibuat menjadi tempe menggunakan inokulum dengan perbandingan 2 gram inokulum untuk 1 kg kedelai.

Setelah menjadi tempe, tempe dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil dan dikukus selama 10 menit. Kemudian, tempe dikeringkan dalam *oven* pada temperatur 65°C selama 8 jam dan dihancurkan dengan *blender* kering hingga halus serta diayak menggunakan ayakan tepung. Pada proses pembuatan biskuit, terdapat tiga tahapan proses yaitu tahap pembuatan adonan, pencetakan dan pembakaran. Pada pembuatan adonan, ketiga bahan baku dicampurkan dengan rasio perbandingan tepung beras, tepung jagung, tepung tempe, gula sebesar 70% : 10% : 11,4% : 8,6% (Fiety, 2014). Pencampuran tersebut dilakukan menggunakan *mixer* dengan kecepatan sedang hingga semua bahan baku tercampur rata dan dicampur dengan krim hasil pencampuran margarin dan gula. Setelah teraduk secara merata dan tekstur adonan sudah dirasa sesuai, adonan dicetak dan dibakar dalam *oven* pada suhu 160°C selama 35 menit.

Setelah tahap pertama dilakukan, penelitian dilanjutkan dengan tahap kedua yaitu penetapan kadaluwarsa terhadap produk BMC yang dihasilkan. Penetapan kadaluwarsa pada produk BMC ini dilakukan dengan cara mengukur kadar protein pada biskuit dalam skala waktu yang sudah ditentukan pada variasi jenis plastik kemasan yaitu polipropilen (PP) dan polietilen (PE) dengan temperatur penyimpanan -20°C, 5°C, 26-27°C, 35°C. Selain itu, dihitung pula kadar air biskuit pada setiap pengambilan sampel menggunakan metode *oven*. Parameter-parameter tersebut dipantau selama tujuh hari sekali. Dalam penetapan waktu kadaluwarsa produk BMC digunakan 2 metode penetapan nilai orde reaksi dan konstanta laju reaksi yaitu metode integrasi dan metode differensial (Taufik, 2010).

Metode integrasi dilakukan dengan menebak orde reaksi dan dengan mensubstitusi nilai orde reaksi (n) yang telah ditebak integrasi laju pengurangan mutu. Persamaan integrasi laju pengurangan mutu sebagai berikut :

$$-\frac{dC_p}{dt} = k C_p^n \quad (1)$$

Setelah itu, persamaan dilinearisasikan dan data konsentrasi protein yang sudah diperoleh dialurkan terhadap waktu berdasarkan persamaan hasil linearisasi. Untuk orde 0 grafik yang dialurkan adalah  $C_p$  terhadap  $t$ , untuk orde 1 adalah  $\ln C_p$  terhadap  $t$ , dan untuk orde 2 adalah  $1/C_p$  terhadap  $t$ . Dari ketiga grafik yang diperoleh, dicari persamaan pada grafik yang memiliki nilai  $R^2$  paling mendekati 1 untuk setiap nilai orde. Jika sudah diperoleh persamaan dengan nilai  $R^2$  mendekati 1, nilai orde reaksi dan konstanta laju reaksi dapat ditentukan (Levenspiel, 1999).

Pada metode differensial dilakukan dengan mengalurkan data konsentrasi protein ( $C_p$ ) yang sudah diperoleh terhadap waktu penyimpanan ( $t$ ), dimana konsentrasi fungsi dari waktu  $C_p(t)$  diperoleh sebagai fungsi polinomial.  $C_p(t)$  sebagai fungsi polinomial diturunkan menjadi  $[-dC_p/dt]$ . Laju pengurangan mutu yang telah ditentukan, disubstitusikan ke dalam persamaan (1) dan dilinearisasikan menjadi :

$$\ln -\frac{dC_p}{dt} = \ln k + n \ln C_p \quad (2)$$

persamaan linear tersebut dianalogikan sebagai :  $y = ax + b$ , dengan orde reaksi (n) sebagai slope (a) dan  $\ln k$  sebagai intersep (b) (Levenspiel, 1999). Setelah itu, nilai konstanta dan orde reaksi diperoleh. Setelah ditentukan kedua model tersebut, digunakan persamaan Arrhenius untuk mengetahui pengaruh jenis plastik pengemasan dan temperatur penyimpanan terhadap umur simpan dari produk BMC tersebut.

## Hasil dan Pembahasan

Bahan baku tepung dan biskuit BMC yang dibuat dianalisis proksimat untuk mengetahui kadar gizi yang terkandung didalamnya. Analisa proksimat yang dilakukan meliputi analisis kadar air, lemak, protein, abu, serat, dan karbohidrat. Hasil analisis proksimat bahan baku biskuit BMC disajikan pada Tabel 1. Setelah semua bahan baku siap digunakan, dilakukan pembuatan biskuit dengan rasio perbandingan tepung beras, tepung jagung, tepung tempe, gula sebesar 70% : 10% : 11,4% : 8,6% (Lestari, 2014) dalam 500 gram bahan. Gambar biskuit BMC yang dihasilkan disajikan pada Gambar 1.

Metode Lowry digunakan untuk menghitung konsentrasi protein yang terkandung dalam biskuit BMC. Semua komponen dalam biskuit BMC saling mempengaruhi satu sama lain dalam memprediksi waktu kadaluwarsa, sehingga dengan semakin tinggi kadar air yang terkandung dalam produk, maka produk akan semakin mudah ditumbuhi mikroba dan mikroba ini akan menggunakan protein yang terdapat pada produk sebagai makanan



baginya. Analisis proksimat pada biskuit BMC untuk mengetahui apakah komponen-komponen yang terkandung di dalam biskuit memenuhi SNI 01-2973-1992. Hasil analisis proksimat biskuit BMC disajikan pada Tabel 2.

### Pembuatan Kurva Standar

Dalam pembuatan kurva standar ini, terlebih dahulu dicari panjang gelombang ( $\lambda$ ) maksimum larutan BSA dengan konsentrasi 0,15 mg/ml dalam rentang 400 nm–700 nm. Penggunaan panjang gelombang maksimum ini bertujuan untuk memperkecil kesalahan pengukuran, karena semakin besar nilai absorbansi, pengukuran cenderung konstan untuk pengukuran berulang. Panjang gelombang ( $\lambda$ ) maksimum yang diperoleh adalah 570 nm. Setelah itu, kurva standar dibuat menggunakan albumin sapi (BSA) dalam rentang konsentrasi mulai dari 0 mg/ml sampai 0,3 mg/ml yang akan diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) maksimum tersebut menggunakan spektrofotometer. Tujuan pembuatan kurva standar ini adalah untuk menghitung nilai konsentrasi protein sampel dengan mensubstitusi nilai absorbansi sampel ke dalam persamaan linear tanpa intersep dari kurva standar tersebut. Kurva standar yang diperoleh memberikan persamaan  $y = 1,4623 x$  dengan  $R^2 = 0,998$ . Kurva standar yang akan digunakan dalam metode Lowry pada disajikan pada Gambar 2.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Proksimat Bahan Baku Biskuit BMC

Komponen	Tepung beras	Tepung jagung	Tepung tempe
Air (%)	11,49	7,09	4,21
Lemak (%)	11,9	7,62	22,89
Protein (%)	7,74	9,89	37,6
Serat (%)	1,26	0,97	5,27
Abu (%)	1,57	2,57	1,97
Karbohidrat (%)	66,03	71,85	28,06



**Gambar 1.** Biskuit BMC

**Tabel 2.** Hasil Analisis Proksimat Biskuit BMC

Komponen	Hasil penelitian	Lestari, 2014	SNI 01-2973-1992
Air (%)	3,17	1,11	max 5
Lemak (%)	14,39	18,085	min 9,5
Protein (%)	9,49	9,26	min 9
Serat (%)	0,86	0,65	max 0,5
Abu (%)	1,12	0,18	max 1,6
Karbohidrat (%)	70,96	70,715	min 70

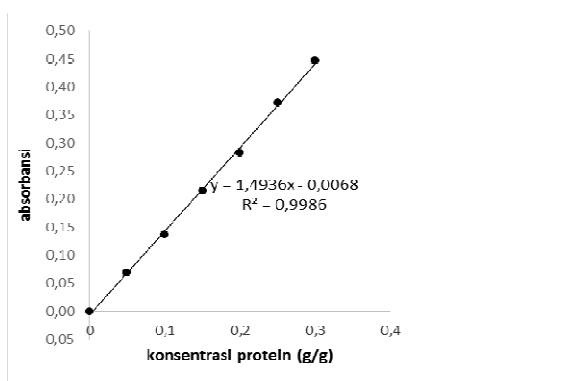
### Penentuan Konsentrasi Protein Selama Penyimpanan

Penentuan konsentrasi protein ini dilakukan pada masing–masing variasi temperatur dan variasi jenis plastik kemasan. Dalam pengukuran nilai absorbansi, sampel yang akan diukur nilai absorbansinya terlebih dahulu diambil sebanyak 1 gram dan diencerkan ke dalam 100 ml aquades. Setelah diencerkan, sampel diambil sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam *appendorf* untuk disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm. Tujuan sentrifugasi sampel adalah untuk memisahkan endapan biskuit yang tidak larut dalam pengenceran dengan larutan sehingga tidak terbawa saat pengukuran nilai absorbansi yang dapat membuat pengukuran tidak akurat. Sampel kemudian diambil sebanyak 0,8 ml, ditambahkan pereaksi C ( pereaksi A (Na-karbonat dan NaOH) dan pereaksi B ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{Na-Ktartrat} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )) sebanyak 4 ml, didiamkan selama 10 menit, ditambahkan pereaksi D (Folin-Ciocalteu), dan

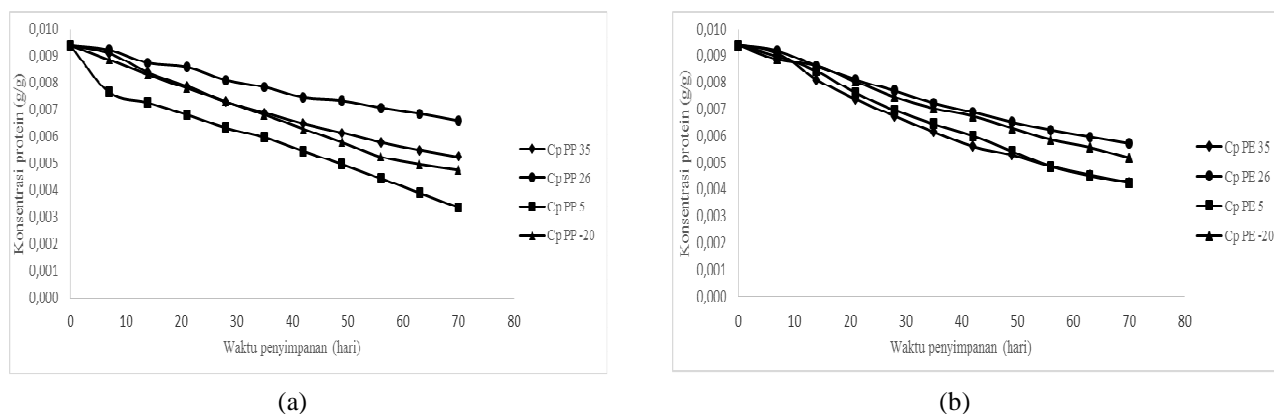
diamkan selama 30 menit. Kurva perbandingan temperatur dalam jenis plastik pengemas disajikan pada Gambar 3. Dari Gambar 3, dapat dilihat bahwa plastik berjenis PP dan PE mengalami penurunan paling lambat untuk temperatur 26-27°C. Hal ini juga terlihat dari konsentrasi protein pada hari ke-70 yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi protein pada tiga temperatur lainnya. Dari kedua jenis plastik tersebut pada suhu 26-27°C, plastik pengemasan berjenis PP lebih baik digunakan daripada PE.

### Penerapan Model Matematika

Dari penurunan konsentrasi protein yang sudah diketahui, dapat diprediksi waktu kadaluwarsa produk menggunakan kinetika penurunan mutu. Dalam penerapannya, terlebih dahulu dicari nilai orde reaksi (n) dan nilai konstanta laju reaksi (k) untuk disubstitusikan ke dalam persamaan kinetika penurunan untuk diketahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai batas minimum konsentrasi protein sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode integrasi dan metode differensial digunakan sebagai metode dalam menentukan nilai orde reaksi (n) dan nilai konstanta laju reaksi. Dari metode integrasi dan differensial diperoleh data nilai orde dan konstanta laju reaksi yang disajikan pada Tabel 3 dan 4.



Gambar 2. Kurva Standar Protein BSA



Gambar 3. Degradasi Protein BMC pada Berbagai Temperatur dalam Plastik Kemasan (a) PP, (b) PE

Tabel 3. Perbandingan Nilai Orde dan Konstanta Laju Reaksi Metode Integrasi

	Suhu	R <sup>2</sup> Orde 0	R <sup>2</sup> Orde 1	R <sup>2</sup> Orde 2	Orde	k	Waktu
							penyimpanan (hari)
PP	35°C	0,983	0,996	0,997	2	-1,244	92
	26°C	0,989	0,994	0,994	2	-0,659	176
	5°C	0,970	0,978	0,935	1	0,013	543
	(-20)°C	0,994	0,996	0,982	1	0,010	692
PE	35°C	0,972	0,994	0,994	2	-1,899	58
	26°C	0,988	0,996	0,996	2	-1,022	112
	5°C	0,991	0,996	0,979	1	0,012	587
	(-20)°C	0,995	0,997	0,986	1	0,009	831

### Penentuan Nilai Energi Aktivasi (Ea)

Energi aktivasi adalah jumlah minimum energi yang diperlukan untuk mengawali reaksi kimia. Nilai energi aktivasi ini diperoleh dari persamaan Arrhenius, yang merupakan nilai slope dari pengaluran  $\ln(C_p/C_{p0})$  terhadap  $1/T$  dan dikalikan tetapan gas universal R. Persamaan Arrhenius sebagai berikut :

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (3)$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (4)$$

Persamaan Arrhenius, didapatkan hubungan antara nilai Ea dan nilai konstanta laju reaksi, dimana semakin besar nilai Ea yang dihasilkan maka akan semakin kecil nilai konstanta laju reaksi sehingga reaksi yang terjadi akan semakin lambat dan menunjukkan waktu kadaluwarsa yang lebih lama, begitu juga sebaliknya. Sedangkan, hubungan nilai konstanta laju reaksi berbanding lurus untuk temperatur yang digunakan (Chang, 2005). Nilai Ea yang diperoleh untuk jenis PP dan PE berturut-turut sebesar 3078,7 kal/mol dan 504,881 kal/mol.

**Tabel 4.** Perbandingan Nilai Orde dan Konstanta Laju Reaksi Metode Differensial

	Suhu	Persamaan polinomial	Persamaan linier	Orde	k	Waktu
				(n)		penyimpanan (hari)
PP	35°C	$y = (4 \times 10^{-7})X^2 - (9 \times 10^{-5})X + 0,0095$	$dC_p/dt = (8 \times 10^{-7})X - (9 \times 10^{-5})$	1,559	0,136	141
	26°C	$y = (1 \times 10^{-7})X^2 - (5 \times 10^{-5})X + 0,0095$	$dC_p/dt = (2 \times 10^{-7})X - (5 \times 10^{-5})$	0,897	0,003	267
	5°C	$y = (3 \times 10^{-7})X^2 - (1 \times 10^{-4})X + 0,0088$	$dC_p/dt = (6 \times 10^{-7})X - (1 \times 10^{-4})$	0,581	0,002	349
	(-20)°C	$y = (2 \times 10^{-7})X^2 - (8 \times 10^{-5})X + 0,0094$	$dC_p/dt = (4 \times 10^{-7})X - (8 \times 10^{-5})$	0,600	0,001	379
PE	35°C	$y = (6 \times 10^{-7})X^2 - 0,0001X + 0,0096$	$dC_p/dt = (12 \times 10^{-7})X - 0,0001$	2,019	1,418	108
	26°C	$y = (3 \times 10^{-7})X^2 - (7 \times 10^{-5})X + 0,0095$	$dC_p/dt = (6 \times 10^{-7})X - (7 \times 10^{-5})$	1,709	0,211	196
	5°C	$y = (3 \times 10^{-7})X^2 - (1 \times 10^{-4})X + 0,0096$	$dC_p/dt = (6 \times 10^{-7})X - (1 \times 10^{-4})$	0,645	0,002	322
	(-20)°C	$y = (2 \times 10^{-7})X^2 - (7 \times 10^{-5})X + 0,0094$	$dC_p/dt = (4 \times 10^{-7})X - (7 \times 10^{-5})$	0,848	0,004	483

**Tabel 5.** Kenaikan Kadar Air dalam Biskuit

Waktu (hari)	PP				PE			
	35°C (%)	26°C (%)	5°C (%)	(-20)°C (%)	35°C (%)	26°C (%)	5°C (%)	(-20)°C (%)
0	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
7	3,45	3,26	3,23	3,21	3,32	3,29	3,25	3,19
14	3,69	3,34	3,3	3,24	3,46	3,37	3,29	3,22
21	3,93	3,42	3,37	3,27	3,58	3,44	3,31	3,25
28	4,11	3,53	3,41	3,32	4,69	3,53	3,33	3,28
35	4,32	3,62	3,47	3,35	4,77	3,61	3,38	3,31
42	4,54	3,71	3,53	3,39	4,85	3,72	3,42	3,35
49	4,66	3,84	3,59	3,43	4,97	3,85	3,46	3,37
56	4,78	3,95	3,65	3,46	5,09	3,98	3,48	3,4
63	4,95	4,17	3,72	3,53	5,17	4,24	3,53	3,44
70	5,02	4,31	3,76	3,56	5,26	4,56	3,59	3,47

### Analisis Kadar Air

Salah satu faktor yang mempengaruhi waktu kadaluwarsa suatu produk pangan selain penurunan konsentrasi protein adalah peningkatan kadar air yang terkandung di dalam produk pangan tersebut (Winarno, 1993). Analisis kadar air yang dilakukan menggunakan metode *oven* dikarenakan metode ini membutuhkan sampel yang cukup banyak dan hampir seluruh bagian biskuit diambil untuk melakukan analisis ini sehingga perhitungan kadar air dari biskuit lebih akurat. Kenaikan kadar air dalam biskuit disajikan pada Tabel 5. Semakin tinggi temperatur penyimpanan, maka kenaikan kadar air produk pangan juga akan semakin tinggi (Mizrahi dan Karel, 1977). Kenaikan kadar air yang terjadi dapat disebabkan adanya permeabilitas bahan kemasan produk pangan terhadap uap



air, sifat higroskopis bahan-bahan yang terdapat pada produk sehingga cenderung mengadsorpsi uap air dari udara, dan tingkat kelembaban udara lingkungan. Dari Tabel 5, dapat dilihat bahwa PE pada temperatur 35°C, BMC yang dikemas dalam PE lebih cepat mencapai kadar air maksimal yang diperbolehkan untuk SNI biskuit sebesar 5% selama 56 hari, sedangkan untuk BMC yang dikemas dalam PP pada temperatur 35°C membutuhkan waktu selama 70 hari untuk mencapai kadar air yang sama. Pada temperatur ruang 26-27°C, BMC yang dikemas PE lebih cepat mengalami kenaikan kadar air dibandingkan dengan yang dikemas PP.

### Daftar Notasi

- $-\frac{dC_p}{dt}$  : laju penurunan konsentrasi protein selama waktu tertentu  
k : konstanta laju reaksi  
n : orde reaksi  
C<sub>p</sub> : konsentrasi protein (g/g)  
E<sub>a</sub> : energi aktivasi (kal/mol)  
T : temperatur (K)  
R : tetapan gas universal (1,986 kal/mol)

### Kesimpulan

Penerapan formula BMC dengan rasio tepung beras, tepung jagung, tepung tempe sebesar 70% : 10% : 11,4% dalam pembuatan BMC memenuhi SNI 01-2973-1992 dengan kadar air 3,1704%, lemak 14,3917%, protein 9,4981%, serat 0,86%, abu 1,1199%, dan karbohidrat 70,9598%. Plastik PP paling baik digunakan pada temperatur ruang 26-27°C dengan waktu kadaluwarsa selama 176 hari untuk hasil perhitungan metode integrasi dan 267 hari untuk metode differensial. Plastik PE paling baik digunakan pada temperatur ruang -20°C dengan waktu kadaluwarsa selama 831 hari untuk hasil perhitungan metode integrasi dan 483 hari untuk metode differensial. Nilai E<sub>a</sub> untuk PP dan PE masing-masing sebesar 3078,7 kal/mol dan 504,881 kal/mol sehingga PE memiliki laju reaksi kerusakan protein lebih cepat dan waktu kadaluwarsa yang singkat. Pada temperatur penyimpanan diatas 10°C, metode integrasi lebih baik digunakan untuk penetapan waktu kadaluwarsa karena memberikan waktu kadaluwarsa yang lebih singkat daripada metode differensial, sehingga lebih aman untuk pendekatan keamanan pangan (*food safety*).

### Daftar Pustaka

- Buckle, K. A., Edward, R. A., Fleet, G. H., and Wotton, M., 2000, Ilmu Pangan, DGHE-IDP  
Chang, Raymond, 2005, *Kimia Dasar Konsep – konsep inti, edisi ketiga, jilid 2*, Erlangga  
Lestari, Fiety, 2014, Penerapan Program Linear Campuran Tepung Jagung, Tepung Beras, dan Tepung Tempe Terhadap Pembuatan Bahan Makanan Campuran Anak Balita, Bandung : Universitas Katolik Parahyangan  
Levenspiel, O., 1999, *Chemical Reaction Engineering*, 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley & Sons  
Mizrahi, S. dan Karel, M., 1977, Accelerated Stability Test of Moisture Sensitive Product in Permeable Packages by Programming Rate of Moisture Content Increase, *Journal of Food Science* 51 No 5 : 1333-1336  
SNI 01-2973-1992 (1992) Mutu dan cara uji biskuit, Badan Standarisasi Nasional  
Taufik, Yusman, 2010, Pendugaan Umur Simpan dan Pengamatan Beberapa Karakteristik Paprika Hijau (*Capsicum annuum L., cv. Spartacus*) yang Disalut Pelapis dapat Dimakan pada Suhu Penyimpanan yang Berbeda, *Jurnal Pendidikan untuk Meningkatkan Kualitas SDM*, No. 01 tahun I Agustus 2010, Asosiasi Peneliti, Penulis dan Praktisi Pendidikan Indonesia (AP4I)  
Tawali, Abubakar dan Dachlan, Djunaedi M., 2002, Pangan dan Gizi : Masalah, Program Intervensi dan Teknologi Tepat Guna, DPP Pergizi Pangan Indonesia  
Winarno, F. G., 1993, Pangan, Gizi, Teknologi dan konsumen, Yogyakarta : UGM







## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Zubaidi Achmad (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)**

**Notulen : Putri Restu D. (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Ery Fatarina Purwaningtyas (Teknik Kimia UNTAG Semarang)

Pertanyaan : Jelaskan keterkaitan penggunaan plastik sebagai variabel dengan judul penelitian!

Jawaban : Variasi yang digunakan: temperatur dan jenis plastik. Kemasan dan jenis plastik ternyata mempengaruhi kecepatan penurunan kualitas biskuit.

