



PEMODELAN PERSAMAAN ARRHENIUS UNTUK MEMPREDIKSI UMUR SIMPAN PENYEDAP RASA CANGKANG RAJUNGAN

Nurhidajah, Bobby Pranata, Diode Yonata*

Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

Article history

Diterima:
xx bulan tahun
Diperbaiki:
xx bulan tahun
Disetujui:
xx bulan tahun

Keyword

Arrhenius; swimming crab shell; seasoning; shelf life

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the shelf life of seasoning of swimming crab shell in metalized packaging, which is stored at various temperatures using the Arrhenius modeling. Seasoning are packaged using metalized packaging with a thickness of 0.06 mm, which is stored at 25°C, 35°C, and 45°C for 8 weeks with 75% humidity. The parameters used for measuring shelf life are initial moisture content, critical water, and changes in water content during storage. In addition, analysis of hygroscopicity and water activities (a_w) value of seasoning as supporting parameters were also carried out. The results showed that seasoning that the seasoning of the swimming crab shells was classified as a hygroscopic product, had moisture content, and a_w values a low during storage. The longest shelf life of the swimming crab shell seasoning is storage at 25°C, reaching 62 weeks based on moisture content parameters.

© hak cipta dilindungi undang-undang

* Penulis korespodensi
Email : yonata@unimus.ac.id
doi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor komoditas perikanan terbesar di dunia. Selama 5 tahun terakhir, trend ekspor hasil perikanan Indonesia mengalami peningkatan 5,76%. Data pada bulan Desember 2019, nilai ekspor hasil perikanan Indonesia mencapai USD 4,94 Miliar, sebesar 7,97% disumbang oleh rajungan (KKP, 2019). Rajungan (*Portunus pelagicus*) ekspor tentunya menghasilkan limbah seperti cangkang, yang persentasenya cukup besar, mencapai 40-60% dari total rajungan (Rochima, 2014).

Rajungan kaya akan komponen *disodium 5'ribonukleutida* dan asam amino (Tu et al., 2020), yang merupakan golongan senyawa sumber umami. Komponen umami dari cangkang rajungan bisa dioptimalkan menjadi penyedap rasa alami beserta garam, gula, lada dan maltodekstrin yang berperan sebagai bahan penyalut (Wang & Zhou, 2012). Penyedap rasa cangkang rajungan dapat diproduksi menggunakan metode *foam-mat drying* (FMD) seperti yang telah dilaporkan oleh Mareta et al. (2019). Asiah et al. (2012), sebelumnya juga telah mengkonfirmasi *foam agent* dan *foam stabilizer* optimal yang dapat diaplikasikan dalam pengeringan metode FMD.

Penyedap rasa umumnya bersifat higroskopis, hal ini disebabkan karena garam dan gula yang digunakan dalam formulasi memiliki sifat higroskopisitas yang tinggi. Produk yang higroskopis cenderung lebih mudah menyerap air, yang menyebabkan mutu produk menurun sehingga umur simpan produk menjadi lebih pendek. Kadar air merupakan parameter utama yang mempengaruhi mutu penyedap rasa. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan penyedap rasa mudah menggumpal, sehingga menjadi rusak (Yonata, 2020). Pemerintah Indonesia melalui Badan Standarisasi Nasional (BSN), telah menetapkan batas maksimal kadar air penyedap rasa yaitu sebesar 4%

(BSN, 1996). Penyimpanan dalam kemasan *metalized* merupakan salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mencegah penurunan mutu penyedap rasa, terutama peningkatan kadar air, sehingga umur simpan produk menjadi lebih panjang (Yonata, 2020).

Pengujian umur simpan dapat dilakukan dengan metode *Extended Storage Studies* (ESS) maupun *Accelertared Shef Life Test* (ASLT). ESS dikenal juga dengan penentuan umur simpan metode konvensional, dimana pengamatan umur simpan produk dilakukan dengan cara menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal, kemudian diamati perubahan mutu produk dan umur simpannya sehingga membutuhkan waktu lebih lama. ASLT merupakan metode penentuan umur simpan produk dengan mempercepat reaksi penurunan mutu produk berdasarkan parameter kritis, dengan menyimpan produk pada suhu ekstrim. Salah satu model yang umumnya digunakan adalah model Arrhenius, yang menerapkan integrasi suhu waktu, dengan asumsi kondisi kelembaban yang digunakan konstan (Kreyenschmidt et al., 2010; Tsironi et al., 2011).

Pendugaan umur simpan penyedap rasa dari cangkang rajungan yang disimpan menggunakan kemasan *metalized* belum pernah dilakukan, sehingga pendugaan umur simpan penyedap rasa perlu diteliti. Menggunakan metode ASLT, produk penyedap rasa disimpan pada tiga suhu yang berbeda selama 8 minggu penyimpanan. Hal ini menyebabkan umur simpan yang diperoleh merupakan nilai perkiraan dimana validitasnya sangat ditentukan oleh model matematika yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan penyedap rasa cangkang rajungan berdasarkan parameter kadar air, serta parameter pendukung berupa nilai higroskopisitas nilai a_w produk yang disimpan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C pada kemasan *metalized* selama 8 minggu menggunakan model Arrhenius.



METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi *homogenizer* (Eyela NZ-1000), *cabinet dryer* (Agrowindo), desikator (Duran), timbangan digital (Kengko), *moisture analyzer* (Ohaus MB45), dan *water activity meter* (WA-160A). Bahan yang digunakan meliputi cangkang rajungan yang diperoleh dari Desa Betahwalang Kabupaten Demak, gula (Gulaku), garam (Dolpin), lada (Ladaku), maltodekstrin (Neo-Maldex), putih telur dan *methyl cellulose* (Sidley Chemical).

Pembuatan penyedap rasa (Asiah et al., 2012; Mareta et al., 2019)

Formula yang terdiri dari tepung cangkang rajungan (40%), garam (30%), gula (24%), lada (1%), serta maltodekstrin (2,5%) dicampur, kemudian ditambahkan air sebanyak 1:1 dan dihomogenisasi selama 5 menit dengan kecepatan 3.000 rpm. Bahan cair kemudian ditambahkan putih telur (2%) dan *methyl cellulose* (0,5%), lalu dikocok menggunakan *mixer* pada kecepatan 840 rpm selama 4 menit hingga terbentuk busa, kemudian dipindahkan ke dalam loyang yang telah dilapisi alumunium foil dan diatur ketinggian busa 1 mm. Pengeringan dilakukan pada suhu 50°C selama 6 jam menggunakan *cabinet dryer*. Produk yang telah kering selanjutnya diblender hingga penyedap rasa menjadi serbuk, dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Analisis Higroskopisitas (Caparino et al., 2012)

Sebanyak 1 gram penyedap rasa dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya dimasukkan ke dalam toples tertutup yang berisi larutan NaCl jenuh dan disimpan pada suhu 25°C selama 7 hari. Higroskopisitas diukur berdasarkan

banyaknya air yang diserap oleh penyedap rasa, dengan rumus:

$$HG (\%) = \frac{\frac{\Delta M}{M+M_i}}{1+\Delta M/M} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- HG = higroskopisitas (%)
- ΔM = pertambahan massa sampel (g)
- M = massa awal produk (g)
- M_i = kandungan air produk (% g)

Analisis Kadar Air (Nielsen, 2017)

Analisis kadar air menggunakan alat *moisture analyzer*, dimana air yang menguap selama pemanasan dihitung sebagai persen kadar air. Sebanyak 2 gram penyedap rasa dimasukkan ke dalam alat *moisture analyzer* dan suhu diatur $\pm 138^\circ\text{C}$, lalu dipanaskan selama ± 10 menit. Proses selesai setelah keluar angka konstan pada alat dan dinyatakan sebagai persen kadar air.

Analisis Nilai a_w (Nielsen, 2017)

Analisis nilai a_w menggunakan alat *water activity meter*, dengan prinsip menghitung tekanan uap air dari bahan dibagi dengan air murni pada suhu yang sama. Sebanyak 2 gram penyedap rasa ditempatkan dalam wadah uji. Alat secara otomatis akan menghitung nilai a_w penyedap rasa, proses pengukuran selesai setelah keluar angka yang menyatakan nilai a_w penyedap rasa.

Penentuan Umur Simpan

Penentuan umur simpan menggunakan metode ASLT dengan model Arrhenius. Pengamatan dilakukan selama 8 minggu, penyedap rasa dikemas menggunakan *metalized* disimpan pada tiga tingkatan suhu (25°C, 35°C, dan 45°C) dengan *relative humidity* 75%. Parameter yang digunakan untuk perhitungan umur simpan yaitu kadar air dengan nilai air

kritis 4 % yang diukur setiap minggu. Data yang diperoleh terdiri dari tiga ulangan, yang kemudian dimasukkan ke dalam rumus untuk mengetahui laju reaksi berdasarkan ordo 0 dan ordo 1:

$$y = ax + b \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- y = laju reaksi
- a = nilai laju perubahan
- x = waktu penyimpanan
- b = karakteristik pada saat penyimpanan

Ordo reaksi yang dipilih berdasarkan nilai R² yang lebih tinggi pada masing-masing parameter. Selanjutnya dihitung kualitas penurunan degradasi menggunakan rumus:

$$k = k_0 - E/RT \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- k = laju reaksi
- k₀ = frekuensi faktor reaksi
- E = energi aktivasi
- R = konstanta gas (1,986 kal/ml K)
- T = temperatur (K)

Pendugaan umur simpan penyedap rasa cangkang rajungan ditentukan menggunakan rumus:

$$\text{Ordo 0: } t = \frac{[Q_0 - Q_e]}{k} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Ordo 1: } t = \frac{[\ln Q_0 - \ln Q_e]}{k} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- t = umur simpan produk (hari)
- Q₀ = nilai atribut (minggu ke-0)
- Q_e = titik kritis sampel
- k = konstanta reaksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Higroskopisitas Penyedap Rasa

Higroskopisitas adalah kemampuan suatu bahan/produk dalam menyerap air yang ada disekitar. Produk yang higroskopis cenderung lebih mudah rusak karena meningkatnya kadar air pada produk. Nilai higroskopisitas penyedap rasa cangkang rajungan (PRCR) pada minggu ke- 0 mencapai 30,66%. Hal ini menggambarkan penyedap rasa tergolong produk yang higroskopis. Higroskopisitas PRCR semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Higroskopisitas PRCR juga berkorelasi positif dengan suhu penyimpanan. Penyimpanan pada suhu 45°C menyebabkan nilai higroskopisitas PRCR meningkat sebesar 2,60%, diikuti penyimpanan pada suhu 35°C (1,97%) dan suhu 25°C (1,55 %).

Tabel 1. Nilai higroskopisitas penyedap rasa pada berbagai suhu selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (Minggu)	Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C
0	30,66 ± 0,12 ^a	30,66 ± 0,12 ^a	30,66 ± 0,12 ^a
1	30,89 ± 0,07 ^b	31,05 ± 0,08 ^b	31,25 ± 0,06 ^b
2	31,15 ± 0,11 ^c	31,34 ± 0,07 ^c	31,75 ± 0,08 ^c
3	31,55 ± 0,07 ^d	31,55 ± 0,11 ^d	31,90 ± 0,08 ^c
4	31,51 ± 0,07 ^d	31,68 ± 0,14 ^d	32,15 ± 0,08 ^d
5	31,82 ± 0,05 ^e	31,99 ± 0,07 ^e	32,27 ± 0,03 ^d
6	31,89 ± 0,06 ^e	32,13 ± 0,13 ^{ef}	32,59 ± 0,18 ^e
7	32,04 ± 0,08 ^f	32,25 ± 0,19 ^f	32,87 ± 0,07 ^f
8	32,21 ± 0,05 ^g	32,63 ± 0,10 ^g	33,26 ± 0,17 ^g

Keterangan:

1. Semua nilai merupakan nilai *mean* standar deviasi dari 3 ulangan
2. Nilai superskrip yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95%, berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD



Walaupun tergolong produk higrokospis, peningkatan higroskopisitas PRCR tergolong cukup rendah selama 8 minggu penyimpanan (1,55 – 2,60%). Hal ini berkaitan erat dengan nilai *water vapor transmission rate* (WVRTR) dan O_2 kemasan *metalized* yang rendah seperti yang dilaporkan oleh Putro et al., (2012), sehingga peningkatan laju uap air ke dalam produk dapat diminalisir. Puspita et al., (2016), juga telah melaporkan bahwa kemasan *metalized* dilapisi oleh lapisan pelogaman sekitar 0,03 – 0,1 μm , yang cukup stabil terhadap efek cahaya, gas dan uap air.

Kadar Air dan Nilai a_w Penyedap Rasa

Kemampuan kemasan dalam meminimalisir kenaikan kadar air menjadi suatu hal yang sangat penting. Kadar air PRCR dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar air PRCR awal penyimpanan mencapai 2,33%. Selama delapan minggu penyimpanan, kadar air PRCR mengalami peningkatan

sebesar 0,26%. Data hasil pengamatan, peningkatan kadar air cenderung lebih tinggi ketika disimpan pada suhu 45°C (2,33 – 2,65%), kemudian diikuti penyimpanan pada suhu 35°C (2,33 – 2,59%) dan terakhir penyimpanan pada suhu 25°C (2,33 – 2,54%).

Suhu penyimpanan menjadi salah satu faktor terpenting yang akan mempengaruhi kadar air produk. Peningkatan kadar air selama penyimpanan disebabkan oleh kelembaban udara disekitar bahan yang cukup tinggi (Ayu Arizka & Daryatmo, 2015). Kelembaban udara (RH) yang tinggi selama penyimpanan menyebabkan laju difusi uap air meningkat, dan semakin tinggi ketika suhu penyimpanan dinaikkan (Rahayu & Widajati, 2007). Faktor RH tetap menjadi perhatian khusus, nilai RH yang terlalu tinggi akan menyebabkan umur simpan produk menurun secara signifikan (Kurniawan et al., 2018).

Tabel 2. Kadar air penyedap rasa pada berbagai suhu selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (Minggu)	Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C
0	2,33 ± 0,03 ^a	2,33 ± 0,03 ^a	2,33 ± 0,03 ^a
1	2,37 ± 0,02 ^{ab}	2,38 ± 0,03 ^b	2,41 ± 0,10 ^b
2	2,39 ± 0,01 ^b	2,40 ± 0,04 ^b	2,43 ± 0,04 ^b
3	2,40 ± 0,02 ^{bc}	2,43 ± 0,04 ^{bc}	2,48 ± 0,01 ^{bc}
4	2,44 ± 0,04 ^{cd}	2,47 ± 0,03 ^c	2,49 ± 0,05 ^{bcd}
5	2,46 ± 0,01 ^{de}	2,53 ± 0,03 ^d	2,55 ± 0,03 ^{ede}
6	2,49 ± 0,03 ^{ef}	2,54 ± 0,02 ^{de}	2,56 ± 0,03 ^{de}
7	2,52 ± 0,02 ^{fg}	2,56 ± 0,04 ^{de}	2,61 ± 0,03 ^{ef}
8	2,54 ± 0,02 ^g	2,59 ± 0,02 ^e	2,65 ± 0,04 ^f

Keterangan:

1. Semua nilai merupakan nilai *mean* standar deviasi dari 3 ulangan
2. Nilai superskrip yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95%, berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD

Penggunaan kemasan *metalized* cukup efektif menahan laju kenaikan kadar air PRCR selama delapan minggu penyimpanan. Hal senada juga dilaporkan oleh Aprida et al., (2017) yang meneliti umur simpan susu bubuk full cream.

Kemasan *metalized* tersusun oleh *polyethylene terephthalat* (PET) yang tergolong *polyester*. Walaupun masih ada celah terhadap difusi uap air dari luar, penggunaan kemasan *metalized* mampu mencegah meningkatnya kadar air bebas

(nilai a_w) pada PRCR. Nilai a_w PRCR sebelum penyimpanan mencapai 0,309. Ada kecenderungan nilai a_w PRCR meningkat selama delapan minggu penyimpanan, namun nilai a_w PRCR masih relatif rendah. Persentase peningkatan nilai a_w terendah terdapat pada PRCR yang di simpan pada suhu 25°C, yaitu sebesar 9,12% (0,031), sedangkan peningkatan nilai a_w yang disimpan pada suhu 35°C dan 45°C masing-masing sebesar 15,21% (0,047) dan 22,01% (0,068).

Ada korelasi positif yang kuat antara peningkatan kadar air dan nilai a_w dengan nilai higroskopisitas PRCR. Produk PRCR yang higroskopis cenderung lebih cepat mengabsorpsi uap air yang ada dilingkungan. Selain itu, peningkatan suhu penyimpanan menyebabkan sifat permeabilitas bahan kemasan meningkat. Peningkatan tersebut akan mengakibatkan laju uap air dari luar kemasan cenderung lebih tinggi (Kurniawan et al., 2018).

Tabel 3. Nilai a_w penyedap rasa pada berbagai suhu selama penyimpanan

Penyimpanan (Minggu)	Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C
0	0,309 ± 0,00 ^a	0,309 ± 0,00 ^a	0,309 ± 0,00 ^a
1	0,314 ± 0,01 ^a	0,318 ± 0,01 ^b	0,326 ± 0,00 ^b
2	0,317 ± 0,00 ^{ab}	0,322 ± 0,01 ^{bc}	0,332 ± 0,01 ^b
3	0,323 ± 0,00 ^{bc}	0,328 ± 0,00 ^{cd}	0,342 ± 0,01 ^c
4	0,326 ± 0,01 ^{cd}	0,335 ± 0,00 ^{de}	0,349 ± 0,01 ^{cd}
5	0,331 ± 0,01 ^{cde}	0,337 ± 0,00 ^e	0,355 ± 0,01 ^{de}
6	0,333 ± 0,01 ^{def}	0,347 ± 0,01 ^f	0,359 ± 0,00 ^{ef}
7	0,335 ± 0,00 ^{fe}	0,352 ± 0,00 ^{fg}	0,367 ± 0,00 ^f
8	0,340 ± 0,00 ^f	0,356 ± 0,00 ^g	0,377 ± 0,01 ^g

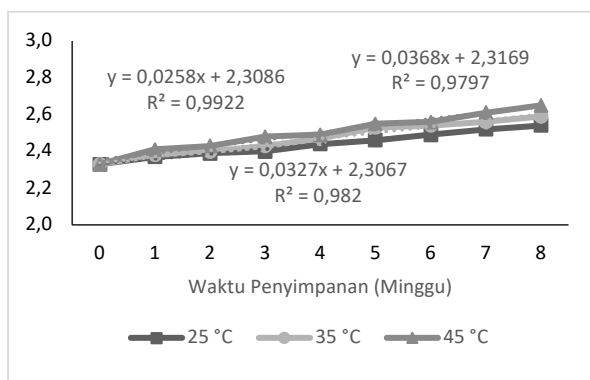
Keterangan:

1. Semua nilai merupakan nilai *mean* standar deviasi dari 3 ulangan
2. Nilai superskrip yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95%, berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD

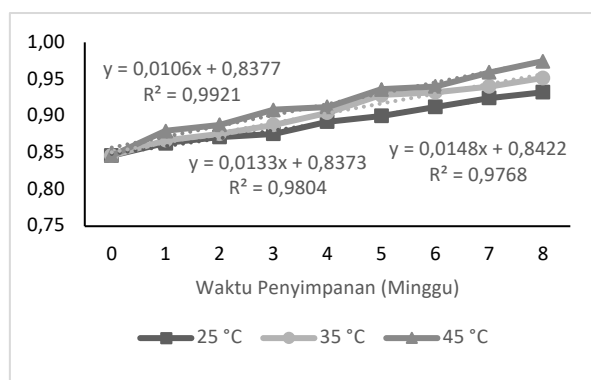
Penentuan Umur Simpan Penyedap Rasa

Informasi terkait umur simpan suatu produk pangan sangat penting untuk diketahui dan dicantumkan pada kemasan. Hal ini berkaitan dengan jaminan

keamanan produk hingga sampai pada tangan konsumen, sehingga perusahaan bisa memberikan jaminan atas mutu dan keamanan produk.



(a)



(b)

Gambar 1. Persamaan regresi linear kadar air pada (a) ordo 0 dan (b) ordo 1



Penentuan umur simpan produk ditentukan oleh faktor kritis yang paling cepat rusak. Indikator utama kerusakan penyedap rasa adalah kadar air, dimana nilai *cut of point* (COP) atau kadar air kritis PRCR adalah 4,00% mengacu pada standar mutu penyedap rasa yang telah dikeluarkan oleh BSN (BSN, 1996), sedangkan nilai kadar air awal PRCR adalah 2,33%.

Gambar 1(a) dan 1(b) merupakan persamaan regresi linear kadar air PRCR yang disimpan pada suhu 25°C, 35°C dan

45°C selama 8 minggu yang dikemas menggunakan kemasan *metalized* dengan kelembaban relatif ruangan sebesar 75%. Nilai *slope* yang positif pada persamaan regresi linear menunjukkan terjadi peningkatan kadar air PRCR selama penyimpanan. Hasil ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Kurniawan et al., (2018), bahwa produk dengan karakteristik higroskopis lebih mudah menyerap uap air, sehingga kadar air akan meningkat selama penyimpanan.

Tabel 4. Nilai determinasi (R^2) dan energi aktivasi (E) regresi linear ordo 0 dan ordo 1

Ordo	Nilai R^2			Total R^2	E
	25 °C	35 °C	45 °C		
Ordo 0	0,9922	0,9820	0,9797	2,9539	3355,943
Ordo 1	0,9921	0,9804	0,9768	2,9493	3154,960

Keakuratan pendugaan umur simpan semakin tinggi ketika nilai determinasi (R^2) semakin mendekati nilai 1, sehingga pemilihan ordo reaksi berdasarkan pada total nilai R^2 yang paling tinggi (Arif et al., 2014). Total nilai R^2 dan E masing-masing ordo dapat dilihat pada Tabel 4, dimana nilai R^2 dan E ordo 0 lebih besar dari ordo 1, dengan demikian pendugaan umur simpan PRCR menggunakan persamaan linear ordo 0.

Persamaan penurunan laju reaksi kadar air dapat diperoleh dengan menghitung kemiringan persamaan regresi antara nilai kadar air dengan waktu pengujian pada tiga taraf suhu penyimpanan, sehingga diperoleh

persamaan linear $y = -1689,8x + 2,0275$ seperti yang terlihat pada Tabel 5. Apabila nilai dari persamaan linear diplotkan dengan $1/T$ atau satu per suhu mutlak, maka akan diperoleh penurunan laju reaksi kadar air dengan persamaan $\ln k = -1689,8 (1/T) + 2,0275$.

Secara garis besar, masing-masing suhu penyimpanan dapat memprediksi umur simpan PRCR menggunakan pemodelan persamaan Arrhenius dengan cara mengurangi kadar air awal sampel dengan kadar air kritis, kemudian membaginya dengan eksponensial dari penurunan laju reaksi kadar air PRCR sesuai suhu penyimpanan.

Tabel 5. Penurunan laju reaksi kadar air PRCR berdasarkan ordo 0

Ordo	T (K)	1/T (K)	k	ln k	Persamaan Linear	Persamaan Penurunan Laju Reaksi
Ordo 0	298,15	0,00335	0,0258	-3,66	$y = -1689,8x + 2,0275$ $R^2 = 0,9706$	$\ln k = -1689,8 (1/T) + 2,0275$
	308,15	0,00325	0,0327	-3,42		
	318,15	0,00314	0,0368	-3,30		

Tabel 6. Pendugaan umur simpan PRCR berdasarkan ordo 0

Suhu (°C)	ln k	k	Kadar Air		Umur Simpan	
			Awal (%)	Kritis (%)	Minggu	Hari
25	-3,64012	0,02625	2,33	4,00	63,62	455,3
35	-3,45619	0,03155	2,33	4,00	51,66	361,7
45	-3,28383	0,03748	2,33	4,00	42,95	300,7

Berdasarkan Tabel 6, terjadi penurunan umur simpan PRCR seiring dengan meningkatnya suhu penyimpanan. Umur simpan PRCR yang disimpan pada suhu 25 °C mencapai 63,63 minggu atau 455,3 hari, lebih lama dibandingkan umur simpan PRCR yang disimpan pada suhu 35°C yaitu 51,66 minggu (362,7 hari), maupun penyimpanan PRCR pada suhu 45 °C yang hanya memiliki umur simpan selama 42,95 minggu (300,7 hari).

Semakin tinggi suhu penyimpanan, peningkatan laju kerusakan PRCR semakin besar, seperti yang terlihat pada nilai k (Tabel 6), yang berdampak pada umur simpan PRCR semakin pendek. Hal ini disebabkan oleh kelembaban udara akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan (Faridah et al., 2013). Faktor lain yang berpengaruh terhadap umur simpan PRCR adalah nilai kadar air awal produk. Kadar air yang rendah akan menghasilkan umur simpan yang lebih panjang. Kusnandar et al., (2016) juga melaporkan bahwa selain akibat penyerapan kadar air, reaksi kimia pada bahan akan menyebabkan kerusakan pada produk bumbu serbuk lebih cepat. Formulasi bahan, proses pengolahan, jenis dan teknik pengemasan yang digunakan juga menjadi faktor yang mempengaruhi umur simpan dari suatu produk pangan (Labuza, 1982).

KESIMPULAN

Pendugaan umur simpan PRCR dapat dilakukan menggunakan model persamaan Arrhenius dengan pendekatan reaksi peningkatan kadar air sebagai parameter kritis. Reaksi kinetika peningkatan kadar air PRCR mengikuti reaksi ordo 0. Peningkatan suhu penyimpanan akan

memperpendek umur simpan PRCR. Umur simpan PRCR paling lama ketika disimpan pada suhu 25 °C, mencapai 63,62 minggu (455,3 hari).

DAFTAR PUSTAKA

- Aprida, P. D., Suprayatmi, M., & Hutami, R. (2017). Pendugaan Umur Simpan Susu Bubuk Full Cream Yang Dikemas Dengan Alumunium Foil (A17) Atau Metalized Plastic (VM-PET12). *Jurnal Agroindustri Halal*, 3(2), 97–104. <https://doi.org/10.30997/jah.v3i2.836>
- Arif, A. Bin, Setyadjit, Jamal, I. B., Herawati, H., & Sutiyaniti. (2014). Pengaruh Penambahan Sari Cempedak terhadap Umur Simpan dan Nutrisi Sari Buah Nanas. *Jurnal Pascapanen*, 11(1), 30–38.
- Asiah, N., Sembodo, R., & Prasetyaningum, A. (2012). Aplikasi Metode Foam-Mat Drying pada Proses Pengeringan Spirulina. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 461–467. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Ayu Arizka, A., & Daryatmo, J. (2015). Perubahan Kelembaban dan Kadar Air Teh Selama Penyimpanan pada Suhu dan Kemasan yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4(4), 124–129. <https://doi.org/10.17728/jatp.v4i4.6>
- BSN. (1996). *Bumbu Rasa Ayam, SNI 01-4273-1996*. Badan Standarisasi Nasional.
- Caparino, O. A., Tang, J., Nindo, C. I., Sablani, S. S., Powers, J. R., &



- Fellman, J. K. (2012). Effect of Drying Methods on the Physical Properties and Microstructures of Mango (Philippine “Carabao” var.) Powder. *Journal of Food Engineering*, *111*, 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.010>
- Faridah, D. N., Yasni, S., Suswantinah, A., & Aryani, G. W. (2013). Pendugaan Umur Simpan Dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing Pada Produk Bandrek Instan Dan Sirup Buah Pala (*Myristica Fragrans*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *18*(3), 144–153.
- KKP. (2019). Laporan Tahunan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. In *Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia*. [https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/kkp/LAPORAN/Laporan Tahunan/LAPORAN TAHUNAN KKP TAHUN 2019_26 Maret FINALE.pdf](https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/kkp/LAPORAN/Laporan_Tahunan/LAPORAN_TAHUNAN_KKP_TAHUN_2019_26_Maret_FINAL.pdf)
- Kreyenschmidt, J., Christiansen, H., Hübner, A., Raab, V., & Petersen, B. (2010). A Novel Photochromic Time-Temperature Indicator to Support Cold Chain Management. *International Journal of Food Science and Technology*, *45*(2), 208–215. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02123.x>
- Kurniawan, H., Bintoro, N., & WK, J. N. (2018). Pendugaan Umur Simpan Gula Semut dalam Kemasan dengan Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, *6*(1), 93–99.
- Kusnandar, F., Hermeinasari, A., & Adawiyah, D. R. (2016). Pendugaan Umur Simpan Bumbu Serbuk Kuah Bakso dengan Metode Akselerasi. *Jurnal Mutu Pangan*, *3*(1), 10–17.
- Labuza, T. . (1982). *Open Shelf-life Dating of Foods*. Food Science and Nutrition. Connecticut Press Inc.
- Mareta, D. T., Setiaboma, W., & Fitriani, V. (2019). Study of Making and Characteristics of Instant Pindang Seasoning Powder Using Foam-Mat Drying Method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *258*(012002), 1–4. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012002>
- Nielsen, S. S. (2017). Food Analysis. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (5th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5>
- Puspita, C. R., Rangga, A., & Sartika, D. (2016). Kajian Lama Simpan Keripik Pisang Kepok Putih (*Musa acuminata* sp.) berdasarkan Tingkat Aroma, Rasa dan Kerenyahan Organoleptik dalam Berbagai Jenis Kemasan dengan Model Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Kelitbangan*, *04*(3), 278–292.
- Putro, J., Budiastira, I., & Ahmad, U. (2012). Optimasi Proses Penggorengan Hampa dan Penyimpanan Keripik Ikan Pepetek (*Leiognathus* SP.). *Jurnal Keteknik Pertanian*, *26*(1), 25–32.
- Rahayu, E., & Widajati, E. (2007). Pengaruh Kemasan, Kondisi Ruang Simpan dan Periode Simpan terhadap Viabilitas Benih Caisin *Brassica Chinensis* L. *35*(3), 191–196.
- Rochima, E. (2014). Kajian Pemanfaatan Limbah Rajungan dan Aplikasinya untuk Bahan Minuman Kesehatan Berbasis Kitosan. *Jurnal Akuatika*

Indonesia, 5(1), 71–82.

- Tsironi, T., Stamatiou, A., Giannoglou, M., Velliou, E., & Taoukis, P. S. (2011). Predictive Modelling and Selection of Time Temperature Integrators for Monitoring the Shelf Life of Modified Atmosphere Packed Gilthead Seabream Fillets. *LWT - Food Science and Technology*, 44(4), 1156–1163. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.016>
- Tu, L., Wu, X., Wang, X., & Shi, W. (2020). Effects of Fish Oil Replacement by Blending Vegetable Oils in Fattening Diets on Nonvolatile Taste Substances of Swimming Crab (*Portunus trituberculatus*). *Journal of Food Biochemistry*, 44(9), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13345>
- Wang, W., & Zhou, W. (2012). Characterization of Spray-Dried Soy Sauce Powders Using Maltodextrins as Carrier. *Journal of Food Engineering*, 109(3), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.11.012>
- Yonata, D. (2020). *Studi Mikroenkapsulasi dalam Proses Pembuatan Penyedap Rasa Seaweed: Pengaruh Jenis Seaweed dan Bahan Penyalut terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Penyedap Rasa*. Magister Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata.



01.0024/AGROINTEK/V/2021

Monday, 17 May 2021

Dear Diode Yonata

MANUSCRIPT #9720

Your manuscript entitled PEMODELAN PERSAMAAN ARRHENIUS UNTUK MEMPREDIKSI UMUR SIMPAN PENYEDAP RASA CANGKANG RAJUNGAN has been **accepted** for publication in Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian. We thank you for your contribution in Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian and encourage you to submit other articles to the journal.

Yours Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Umi Purwandari', written over the AGROINTEK logo.

Prof. Umi Purwandari
Editor in chief
Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian



PEMODELAN PERSAMAAN ARRHENIUS UNTUK MEMPREDIKSI UMUR SIMPAN PENYEDAP RASA CANGKANG RAJUNGAN

Nurhidajah, Bobby Pranata, Diode Yonata*

Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

Article history

Diterima:

xx bulan tahun

Diperbaiki:

xx bulan tahun

Disetujui:

xx bulan tahun

Keyword

*Arrhenius; swimming
crab shell; seasoning;
shelf life*

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the shelf life of seasoning of swimming crab shell in metalized packaging, which is stored at various temperatures using the Arrhenius modeling. Seasoning are packaged using metalized packaging with a thickness of 0.06 mm, which is stored at 25°C, 35°C, and 45°C for 8 weeks with 75% humidity. The parameters used for measuring shelf life are initial moisture content, critical water, and changes in water content during storage. In addition, analysis of hygroscopicity and water activities (aw) value of seasoning as supporting parameters were also carried out. The results showed that seasoning that the seasoning of the swimming crab shells was classified as a hygroscopic product, had moisture content, and aw values a low during storage. The longest shelf life of the swimming crab shell seasoning is storage at 25°C, reaching 62 weeks based on moisture content parameters.

© hak cipta dilindungi undang-undang

* Penulis korespondensi
Email : yonata@unimus.ac.id
doi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor komoditas perikanan terbesar di dunia. Selama 5 tahun terakhir, trend ekspor hasil perikanan Indonesia mengalami peningkatan 5,76%. Data pada bulan Desember 2019, nilai ekspor hasil perikanan Indonesia mencapai USD 4,94 Miliar, sebesar 7,97% disumbang oleh rajungan (KKP, 2019). Rajungan (*Portunus pelagicus*) ekspor tentunya menghasilkan limbah seperti cangkang, yang persentasenya cukup besar, mencapai 40-60% dari total rajungan (Rochima, 2014).

Rajungan kaya akan komponen *disodium 5'ribonukleutida* dan asam amino (Tu et al., 2020), yang merupakan golongan senyawa sumber umami. Komponen umami dari cangkang rajungan bisa dioptimalkan menjadi penyedap rasa alami beserta garam, gula, lada dan maltodekstrin yang berperan sebagai bahan penyalut (Wang & Zhou, 2012). Penyedap rasa cangkang rajungan dapat diproduksi menggunakan metode *foam-mat drying* (FMD) seperti yang telah dilaporkan oleh Mareta et al. (2019). Asiah et al. (2012), sebelumnya juga telah mengkonfirmasi *foam agent* dan *foam stabilizer* optimal yang dapat diaplikasikan dalam pengeringan metode FMD.

Penyedap rasa umumnya bersifat higroskopis, hal ini disebabkan karena garam dan gula yang digunakan dalam formulasi memiliki sifat higroskopisitas yang tinggi. Produk yang higroskopis cenderung lebih mudah menyerap air, yang menyebabkan mutu produk menurun sehingga umur simpan produk menjadi lebih pendek. Kadar air merupakan parameter utama yang mempengaruhi mutu penyedap rasa. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan penyedap rasa mudah menggumpal, sehingga menjadi rusak (Yonata, 2020). Pemerintah Indonesia melalui Badan Standarisasi Nasional (BSN), telah menetapkan batas maksimal kadar air penyedap rasa yaitu sebesar 4% (BSN, 1996). Penyimpanan dalam kemasan

metalized merupakan salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mencegah penurunan mutu penyedap rasa, terutama peningkatan kadar air, sehingga umur simpan produk menjadi lebih panjang (Yonata, 2020).

Pengujian umur simpan dapat dilakukan dengan metode *Extended Storage Studies* (ESS) maupun *Accelertared Shef Life Test* (ASLT). ESS dikenal juga dengan penentuan umur simpan metode konvensional, dimana pengamatan umur simpan produk dilakukan dengan cara menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal, kemudian diamati perubahan mutu produk dan umur simpannya sehingga membutuhkan waktu lebih lama. ASLT merupakan metode penentuan umur simpan produk dengan mempercepat reaksi penurunan mutu produk berdasarkan parameter kritis, dengan menyimpan produk pada suhu ekstrim. Salah satu model yang umumnya digunakan adalah model Arrhenius, yang menerapkan integrasi suhu waktu, dengan asumsi kondisi kelembaban yang digunakan konstan (Kreyenschmidt et al., 2010; Tsironi et al., 2011).

Pendugaan umur simpan penyedap rasa dari cangkang rajungan yang disimpan menggunakan kemasan *metalized* belum pernah dilakukan, sehingga pendugaan umur simpan penyedap rasa perlu diteliti. Menggunakan metode ASLT, produk penyedap rasa disimpan pada tiga suhu yang berbeda selama 8 minggu penyimpanan. Hal ini menyebabkan umur simpan yang diperoleh merupakan nilai perkiraan dimana validitasnya sangat ditentukan oleh model matematika yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan penyedap rasa cangkang rajungan berdasarkan parameter kadar air, serta parameter pendukung berupa nilai higroskopisitas nilai a_w produk yang disimpan pada suhu 25°C, 35°C, dan 45°C pada kemasan *metalized* selama 8 minggu menggunakan model Arrhenius.

METODE

Alat dan Bahan

Commented [IM1]: Dasar menggunakan parameter ini apa



Alat yang digunakan meliputi *homogenizer* (Eyela NZ-1000), *cabinet dryer* (Agrowindo), desikator (Duran), timbangan digital (Kengko), *moisture analyzer* (Ohaus MB45), dan *water activity meter* (WA-160A). Bahan yang digunakan meliputi cangkang rajungan yang diperoleh dari Desa Betahwalang Kabupaten Demak, gula (Gulaku), garam (Dolpin), lada (Ladaku), maltodekstrin (Neo-Maldex), putih telur dan *methyl cellulose* (Sidley Chemical).

Pembuatan penyedap rasa (Asiah et al., 2012; Mareta et al., 2019)

Formula yang terdiri dari tepung cangkang rajungan (40%), garam (30%), gula (24%), lada (1%), serta maltodekstrin (2,5%) dicampur, kemudian ditambahkan air sebanyak 1:1 dan dihomogenisasi selama 5 menit dengan kecepatan 3.000 rpm. Bahan cair kemudian ditambahkan putih telur (2%) dan *methyl cellulose* (0,5%), lalu dikocok menggunakan *mixer* pada kecepatan 840 rpm selama 4 menit hingga terbentuk busa, kemudian dipindahkan ke dalam loyang yang telah dilapisi aluminium foil dan diatur ketinggian busa 1 mm. Pengeringan dilakukan pada suhu 50°C selama 6 jam menggunakan *cabinet dryer*. Produk yang telah kering selanjutnya diblender hingga penyedap rasa menjadi serbuk, dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Analisis Higroskopisitas (Caparino et al., 2012)

Sebanyak 1 gram penyedap rasa dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya dimasukkan ke dalam toples tertutup yang berisi larutan NaCl jenuh dan disimpan pada suhu 25°C selama 7 hari. Higroskopisitas diukur berdasarkan banyaknya air yang diserap oleh penyedap rasa, dengan rumus:

$$HG (\%) = \frac{\Delta M}{M + M_i} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- HG = higroskopisitas (%)
- ΔM = pertambahan massa sampel (g)
- M = massa awal produk (g)
- M_i = kandungan air produk (% g)

Analisis Kadar Air (Nielsen, 2017)

Analisis kadar air menggunakan alat *moisture analyzer*, dimana air yang menguap selama pemanasan dihitung sebagai persen kadar air. Sebanyak 2 gram penyedap rasa dimasukkan ke dalam alat *moisture analyzer* dan suhu diatur $\pm 138^\circ\text{C}$, lalu dipanaskan selama ± 10 menit. Proses selesai setelah keluar angka konstan pada alat dan dinyatakan sebagai persen kadar air.

Analisis Nilai a_w (Nielsen, 2017)

Analisis nilai a_w menggunakan alat *water activity meter*, dengan prinsip menghitung tekanan uap air dari bahan dibagi dengan air murni pada suhu yang sama. Sebanyak 2 gram penyedap rasa ditempatkan dalam wadah uji. Alat secara otomatis akan menghitung nilai a_w penyedap rasa, proses pengukuran selesai setelah keluar angka yang menyatakan nilai a_w penyedap rasa.

Penentuan Umur Simpan

Penentuan umur simpan menggunakan metode ASLT dengan model Arrhenius. Pengamatan dilakukan selama 8 minggu, penyedap rasa dikemas menggunakan *metalized* disimpan pada tiga tingkatan suhu (25°C, 35°C, dan 45°C) dengan *relative humidity* 75%. Parameter yang digunakan untuk perhitungan umur simpan yaitu kadar air dengan nilai air kritis 4 % yang diukur setiap minggu. Data yang diperoleh terdiri dari tiga ulangan, yang kemudian dimasukkan ke dalam rumus

untuk mengetahui laju reaksi berdasarkan ordo 0 dan ordo 1:

$$y = ax + b \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- y = laju reaksi
- a = nilai laju perubahan
- x = waktu penyimpanan
- b = karakteristik pada saat penyimpanan

Ordo reaksi yang dipilih berdasarkan nilai R² yang lebih tinggi pada masing-masing parameter. Selanjutnya dihitung kualitas penurunan degradasi menggunakan rumus:

$$k = k_0 - E/RT \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- k = laju reaksi
- k₀ = frekuensi faktor reaksi
- E = energi aktivasi
- R = konstanta gas (1,986 kal/ml K)
- T = temperatur (K)

Pendugaan umur simpan penyedap rasa cangkang rajungan ditentukan menggunakan rumus:

$$\text{Ordo 0: } t = \frac{[Q_0 - Q_e]}{k} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Ordo 1: } t = \frac{[\ln Q_0 - \ln Q_e]}{k} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- t = umur simpan produk (hari)
- Q₀ = nilai atribut (minggu ke-0)
- Q_e = titik kritis sampel
- k = konstanta reaksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Higroskopisitas Penyedap Rasa

Higroskopisitas adalah kemampuan suatu bahan/produk dalam menyerap air yang ada disekitar. Produk yang higroskopis cenderung lebih mudah rusak karena meningkatnya kadar air pada produk. Nilai higroskopisitas penyedap rasa cangkang rajungan (PRCR) pada minggu ke- 0 mencapai 30,66%. Hal ini menggambarkan penyedap rasa tergolong produk yang higroskopis. Higroskopisitas PRCR semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Higroskopisitas PRCR juga berkorelasi positif dengan suhu penyimpanan. Penyimpanan pada suhu 45°C menyebabkan nilai higroskopisitas PRCR meningkat sebesar 2,60%, diikuti penyimpanan pada suhu 35°C (1,97%) dan suhu 25°C (1,55 %).

Commented [IM2]: Perlu ditambahkan referensi tentang umur simpan penyedap rasa sejenis sebagai pembanding dalam pembahasan

Tabel 1. Nilai higroskopisitas penyedap rasa pada berbagai suhu selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (Minggu)	Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C
0	30,66 ± 0,12 ^a	30,66 ± 0,12 ^a	30,66 ± 0,12 ^a
1	30,89 ± 0,07 ^b	31,05 ± 0,08 ^b	31,25 ± 0,06 ^b
2	31,15 ± 0,11 ^c	31,34 ± 0,07 ^c	31,75 ± 0,08 ^c
3	31,55 ± 0,07 ^d	31,55 ± 0,11 ^d	31,90 ± 0,08 ^c
4	31,51 ± 0,07 ^d	31,68 ± 0,14 ^d	32,15 ± 0,08 ^d
5	31,82 ± 0,05 ^e	31,99 ± 0,07 ^c	32,27 ± 0,03 ^d
6	31,89 ± 0,06 ^e	32,13 ± 0,13 ^{ef}	32,59 ± 0,18 ^e
7	32,04 ± 0,08 ^f	32,25 ± 0,19 ^f	32,87 ± 0,07 ^f
8	32,21 ± 0,05 ^e	32,63 ± 0,10 ^g	33,26 ± 0,17 ^g

Keterangan:

1. Semua nilai merupakan nilai *mean* standar deviasi dari 3 ulangan
2. Nilai superskrip yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95%, berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD

Walaupun tergolong produk higroskopis, peningkatan higroskopisitas PRCR tergolong cukup rendah selama 8

minggu penyimpanan (1,55 – 2,60%). Hal ini berkaitan erat dengan nilai *water vapor transmission rate* (WVTR) dan O₂



kemasan *metalized* yang rendah seperti yang dilaporkan oleh Putro et al., (2012), sehingga peningkatan laju uap air ke dalam produk dapat diminimalisir. Puspita et al., (2016), juga telah melaporkan bahwa kemasan *metalized* dilapisi oleh lapisan pelogaman sekitar 0,03 – 0,1 μm , yang cukup stabil terhadap efek cahaya, gas dan uap air.

Kadar Air dan Nilai a_w Penyedap Rasa

Kemampuan kemasan dalam meminimalisir kenaikan kadar air menjadi suatu hal yang sangat penting. Kadar air PRCR dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar air PRCR awal penyimpanan mencapai 2,33%. Selama delapan minggu penyimpanan, kadar air PRCR mengalami peningkatan sebesar 0,26%. Data hasil pengamatan, peningkatan kadar air cenderung lebih tinggi ketika disimpan pada suhu 45°C (2,33 –

2,65%), kemudian diikuti penyimpanan pada suhu 35°C (2,33 – 2,59%) dan terakhir penyimpanan pada suhu 25°C (2,33 – 2,54%).

Suhu penyimpanan menjadi salah satu faktor terpenting yang akan mempengaruhi kadar air produk. Peningkatan kadar air selama penyimpanan disebabkan oleh kelembaban udara disekitar bahan yang cukup tinggi (Ayu Arizka & Daryatmo, 2015). Kelembaban udara (RH) yang tinggi selama penyimpanan menyebabkan laju difusi uap air meningkat, dan semakin tinggi ketika suhu penyimpanan dinaikkan (Rahayu & Widajati, 2007). Faktor RH tetap menjadi perhatian khusus, nilai RH yang terlalu tinggi akan menyebabkan umur simpan produk menurun secara signifikan (Kurniawan et al., 2018).

Tabel 2. Kadar air penyedap rasa pada berbagai suhu selama penyimpanan

Lama Penyimpanan (Minggu)	Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C
0	2,33 ± 0,03 ^a	2,33 ± 0,03 ^a	2,33 ± 0,03 ^a
1	2,37 ± 0,02 ^{ab}	2,38 ± 0,03 ^b	2,41 ± 0,10 ^b
2	2,39 ± 0,01 ^b	2,40 ± 0,04 ^b	2,43 ± 0,04 ^b
3	2,40 ± 0,02 ^{bc}	2,43 ± 0,04 ^{bc}	2,48 ± 0,01 ^{bc}
4	2,44 ± 0,04 ^{cd}	2,47 ± 0,03 ^c	2,49 ± 0,05 ^{bcd}
5	2,46 ± 0,01 ^{de}	2,53 ± 0,03 ^d	2,55 ± 0,03 ^{cde}
6	2,49 ± 0,03 ^{ef}	2,54 ± 0,02 ^{de}	2,56 ± 0,03 ^{de}
7	2,52 ± 0,02 ^{fg}	2,56 ± 0,04 ^{de}	2,61 ± 0,03 ^{ef}
8	2,54 ± 0,02 ^g	2,59 ± 0,02 ^e	2,65 ± 0,04 ^f

Keterangan:

- Semua nilai merupakan nilai *mean* standar deviasi dari 3 ulangan
- Nilai superskrip yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95%, berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD

Penggunaan kemasan *metalized* cukup efektif menahan laju kenaikan kadar air PRCR selama delapan minggu penyimpanan. Hal senada juga dilaporkan oleh Aprida et al., (2017) yang meneliti umur simpan susu bubuk full cream. Kemasan *metalized* tersusun oleh *polyethylene terephthalat* (PET) yang tergolong *polyester*. Walaupun masih ada

celah terhadap difusi uap air dari luar, penggunaan kemasan *metalized* mampu mencegah meningkatnya kadar air bebas (nilai a_w) pada PRCR. Nilai a_w PRCR sebelum penyimpanan mencapai 0,309. Ada kecenderungan nilai a_w PRCR meningkat selama delapan minggu penyimpanan, namun nilai a_w PRCR masih relatif rendah. Persentase peningkatan nilai

a_w terendah terdapat pada PRCR yang di simpan pada suhu 25°C, yaitu sebesar 9,12% (0,031), sedangkan peningkatan nilai a_w yang disimpan pada suhu 35°C dan 45°C masing-masing sebesar 15,21% (0,047) dan 22,01% (0,068).

Ada korelasi positif yang kuat antara peningkatan kadar air dan nilai a_w dengan

nilai higroskopisitas PRCR. Produk PRCR yang higroskopis cenderung lebih cepat mengabsorpsi uap air yang ada dilingkungan. Selain itu, peningkatan suhu penyimpanan menyebabkan sifat permeabilitas bahan kemasan meningkat. Peningkatan tersebut akan mengakibatkan laju uap air dari luar kemasan cenderung lebih tinggi (Kurniawan et al., 2018).

Tabel 3. Nilai a_w penyedap rasa pada berbagai suhu selama penyimpanan

Penyimpanan (Minggu)	Suhu Penyimpanan		
	25°C	35°C	45°C
0	0,309 ± 0,00 ^a	0,309 ± 0,00 ^a	0,309 ± 0,00 ^a
1	0,314 ± 0,01 ^a	0,318 ± 0,01 ^b	0,326 ± 0,00 ^b
2	0,317 ± 0,00 ^{ab}	0,322 ± 0,01 ^{bc}	0,332 ± 0,01 ^b
3	0,323 ± 0,00 ^{bc}	0,328 ± 0,00 ^{cd}	0,342 ± 0,01 ^c
4	0,326 ± 0,01 ^{cd}	0,335 ± 0,00 ^{de}	0,349 ± 0,01 ^{cd}
5	0,331 ± 0,01 ^{cde}	0,337 ± 0,00 ^e	0,355 ± 0,01 ^{de}
6	0,333 ± 0,01 ^{def}	0,347 ± 0,01 ^f	0,359 ± 0,00 ^{ef}
7	0,335 ± 0,00 ^{fe}	0,352 ± 0,00 ^{fg}	0,367 ± 0,00 ^f
8	0,340 ± 0,00 ^f	0,356 ± 0,00 ^g	0,377 ± 0,01 ^g

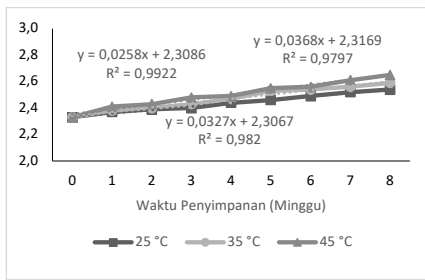
Keterangan:

- Semua nilai merupakan nilai *mean* standar deviasi dari 3 ulangan
- Nilai superskrip yang berbeda antar kolom menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95%, berdasarkan uji beda ANOVA dan uji lanjut LSD

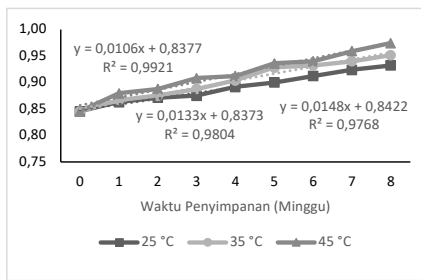
Penentuan Umur Simpan Penyedap Rasa

Informasi terkait umur simpan suatu produk pangan sangat penting untuk diketahui dan dicantumkan pada kemasan. Hal ini berkaitan dengan jaminan keamanan

produk hingga sampai pada tangan konsumen, sehingga perusahaan bisa memberikan jaminan atas mutu dan keamanan produk.



(a)



(b)

Gambar 1. Persamaan regresi linear kadar air pada (a) ordo 0 dan (b) ordo 1

Penentuan umur simpan produk ditentukan oleh faktor kritis yang paling

cepat rusak. Indikator utama kerusakan penyedap rasa adalah kadar air, dimana nilai



cut of point (COP) atau kadar air kritis PRCR adalah 4,00% mengacu pada standar mutu penyedap rasa yang telah dikeluarkan oleh BSN (BSN, 1996), sedangkan nilai kadar air awal PRCR adalah 2,33%.

Gambar 1(a) dan 1(b) merupakan persamaan regresi linear kadar air PRCR yang disimpan pada suhu 25°C, 35°C dan 45°C selama 8 minggu yang dikemas menggunakan kemasan *metalized* dengan

kelembaban relatif ruangan sebesar 75%. Nilai *slope* yang positif pada persamaan regresi linear menunjukkan terjadi peningkatan kadar air PRCR selama penyimpanan. Hasil ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Kurniawan et al., (2018), bahwa produk dengan karakteristik higroskopis lebih mudah menyerap uap air, sehingga kadar air akan meningkat selama penyimpanan.

Tabel 4. Nilai determinasi (R²) dan energi aktivasi (E) regresi linear ordo 0 dan ordo 1

Ordo	Nilai R ²			Total R ²	E
	25 °C	35 °C	45 °C		
Ordo 0	0,9922	0,9820	0,9797	2,9539	3355,943
Ordo 1	0,9921	0,9804	0,9768	2,9493	3154,960

Keakuratan pendugaan umur simpan semakin tinggi ketika nilai determinasi (R²) semakin mendekati nilai 1, sehingga pemilihan ordo reaksi berdasarkan pada total nilai R² yang paling tinggi (Arif et al., 2014). Total nilai R² dan E masing-masing ordo dapat dilihat pada Tabel 4, dimana nilai R² dan E ordo 0 lebih besar dari ordo 1, dengan demikian pendugaan umur simpan PRCR menggunakan persamaan linear ordo 0.

Persamaan penurunan laju reaksi kadar air dapat diperoleh dengan menghitung kemiringan persamaan regresi antara nilai kadar air dengan waktu pengujian pada tiga taraf suhu penyimpanan, sehingga diperoleh

persamaan linear $y = -1689,8x + 2,0275$ seperti yang terlihat pada Tabel 5. Apabila nilai dari persamaan linear diplotkan dengan 1/T atau satu per suhu mutlak, maka akan diperoleh penurunan laju reaksi kadar air dengan persamaan $\ln k = -1689,8 (1/T) + 2,0275$.

Secara garis besar, masing-masing suhu penyimpanan dapat memprediksi umur simpan PRCR menggunakan pemodelan persamaan Arrhenius dengan cara mengurangi kadar air awal sampel dengan kadar air kritis, kemudian membaginya dengan eksponensial dari penurunan laju reaksi kadar air PRCR sesuai suhu penyimpanan.

Tabel 5. Penurunan laju reaksi kadar air PRCR berdasarkan ordo 0

Ordo	T (K)	1/T (K)	k	ln k	Persamaan Linear	Persamaan Penurunan Laju Reaksi
Ordo 0	298,15	0,00335	0,0258	- 3,66	$y = -1689,8x + 2,0275$ $R^2 = 0,9706$	$\ln k = -1689,8 (1/T) + 2,0275$
	308,15	0,00325	0,0327	- 3,42		
	318,15	0,00314	0,0368	- 3,30		

Tabel 6. Pendugaan umur simpan PRCR berdasarkan ordo 0

ln k	k	Kadar Air	Umur Simpan
------	---	-----------	-------------

Suhu (°C)			Awal (%)	Kritis (%)	Minggu	Hari
25	-3,64012	0,02625	2,33	4,00	63,62	455,3
35	-3,45619	0,03155	2,33	4,00	51,66	361,7
45	-3,28383	0,03748	2,33	4,00	42,95	300,7

Berdasarkan Tabel 6, terjadi penurunan umur simpan PRCR seiring dengan meningkatnya suhu penyimpanan. Umur simpan PRCR yang disimpan pada suhu 25 °C mencapai 63,63 minggu atau 455,3 hari, lebih lama dibandingkan umur simpan PRCR yang disimpan pada suhu 35°C yaitu 51,66 minggu (362,7 hari), maupun penyimpanan PRCR pada suhu 45 °C yang hanya memiliki umur simpan selama 42,95 minggu (300,7 hari).

Semakin tinggi suhu penyimpanan, peningkatan laju kerusakan PRCR semakin besar, seperti yang terlihat pada nilai k (Tabel 6), yang berdampak pada umur simpan PRCR semakin pendek. Hal ini disebabkan oleh kelembaban udara akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu penyimpanan (Faridah et al., 2013). Faktor lain yang berpengaruh terhadap umur simpan PRCR adalah nilai kadar air awal produk. Kadar air yang rendah akan menghasilkan umur simpan yang lebih panjang. Kusnandar et al., (2016) juga melaporkan bahwa selain akibat penyerapan kadar air, reaksi kimia pada bahan akan menyebabkan kerusakan pada produk bumbu serbuk lebih cepat. Formulasi bahan, proses pengolahan, jenis dan teknik pengemasan yang digunakan juga menjadi faktor yang mempengaruhi umur simpan dari suatu produk pangan (Labuza, 1982).

KESIMPULAN

Pendugaan umur simpan PRCR dapat dilakukan menggunakan model persamaan Arrhenius dengan pendekatan reaksi peningkatan kadar air sebagai parameter kritis. Reaksi kinetika peningkatan kadar air PRCR mengikuti reaksi ordo 0. Peningkatan suhu penyimpanan akan memperpendek umur simpan PRCR. Umur simpan PRCR

paling lama ketika disimpan pada suhu 25 °C, mencapai 63,62 minggu (455,3 hari).

DAFTAR PUSTAKA

- Aprida, P. D., Suprayatmi, M., & Hutami, R. (2017). Pendugaan Umur Simpan Susu Bubuk Full Cream Yang Dikemas Dengan Alumunium Foil (A17) Atau Metalized Plastic (VM-PET12). *Jurnal Agroindustri Halal*, 3(2), 97–104. <https://doi.org/10.30997/jah.v3i2.836>
- Arif, A. Bin, Setyadjit, Jamal, I. B., Herawati, H., & Sutiyanti. (2014). Pengaruh Penambahan Sari Cempedak terhadap Umur Simpan dan Nutrisi Sari Buah Nanas. *Jurnal Pascapanen*, 11(1), 30–38.
- Asiah, N., Sembodo, R., & Prasetyaningum, A. (2012). Aplikasi Metode Foam-Mat Drying pada Proses Pengerangan Spirulina. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 461–467. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Ayu Arizka, A., & Daryatmo, J. (2015). Perubahan Kelembaban dan Kadar Air Teh Selama Penyimpanan pada Suhu dan Kemasan yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4(4), 124–129. <https://doi.org/10.17728/jatp.v4i4.6>
- BSN. (1996). *Bumbu Rasa Ayam, SNI 01-4273-1996*. Badan Standarisasi Nasional.
- Caparino, O. A., Tang, J., Nindo, C. I., Sablani, S. S., Powers, J. R., & Fellman, J. K. (2012). Effect of Drying Methods on the Physical Properties and Microstructures of Mango (Philippine “Carabao” var.) Powder. *Journal of Food Engineering*, 111, 135–148.



- <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.010>
- Faridah, D. N., Yasni, S., Suswantinah, A., & Aryani, G. W. (2013). Pendugaan Umur Simpan Dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing Pada Produk Bandrek Instan Dan Sirup Buah Pala (*Myristica Fragrans*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(3), 144–153.
- KKP. (2019). Laporan Tahunan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. In *Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia*. [https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/kkp/LAPORAN/Laporan Tahunan/LAPORAN TAHUNAN KKP TAHUN 2019_26 Maret FINALE.pdf](https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/kkp/LAPORAN/Laporan%20Tahunan/LAPORAN%20TAHUNAN%20KKP%20TAHUN%202019_26%20Maret%20FINALE.pdf)
- Kreyenschmidt, J., Christiansen, H., Hübner, A., Raab, V., & Petersen, B. (2010). A Novel Photochromic Time-Temperature Indicator to Support Cold Chain Management. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(2), 208–215. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02123.x>
- Kurniawan, H., Bintoro, N., & WK, J. N. (2018). Pendugaan Umur Simpan Gula Semut dalam Kemasan dengan Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 6(1), 93–99.
- Kusnandar, F., Hermeinasari, A., & Adawiyah, D. R. (2016). Pendugaan Umur Simpan Bumbu Serbuk Kuah Bakso dengan Metode Akselerasi. *Jurnal Mutu Pangan*, 3(1), 10–17.
- Labuza, T. . (1982). *Open Shelf-life Dating of Foods*. Food Science and Nutrition. Connecticut Press Inc.
- Mareta, D. T., Setiaboma, W., & Fitriani, V. (2019). Study of Making and Characteristics of Instant Pindang Seasoning Powder Using Foam-Mat Drying Method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 258(012002), 1–4. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012002>
- Nielsen, S. S. (2017). Food Analysis. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (5th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5>
- Puspita, C. R., Rangga, A., & Sartika, D. (2016). Kajian Lama Simpan Keripik Pisang Kepok Putih (*Musa acuminata* sp.) berdasarkan Tingkat Aroma, Rasa dan Kerenyahan Organoleptik dalam Berbagai Jenis Kemasan dengan Model Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Kelitbangan*, 04(3), 278–292.
- Putro, J., Budiastra, I., & Ahmad, U. (2012). Optimasi Proses Penggorengan Hampa dan Penyimpanan Keripik Ikan Pepetek (*Leiognathus* SP.). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(1), 25–32.
- Rahayu, E., & Widajati, E. (2007). Pengaruh Kemasan, Kondisi Ruang Simpan dan Periode Simpan terhadap Viabilitas Benih Caisin *Brassica Chinensis* L. 35(3), 191–196.
- Rochima, E. (2014). Kajian Pemanfaatan Limbah Rajungan dan Aplikasinya untuk Bahan Minuman Kesehatan Berbasis Kitosan. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(1), 71–82.
- Tsironi, T., Stamatiou, A., Giannoglou, M., Velliou, E., & Taoukis, P. S. (2011). Predictive Modelling and Selection of Time Temperature Integrators for Monitoring the Shelf Life of Modified Atmosphere Packed Gilthead

Seabream Fillets. *LWT - Food Science and Technology*, 44(4), 1156–1163. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.016>

Tu, L., Wu, X., Wang, X., & Shi, W. (2020). Effects of Fish Oil Replacement by Blending Vegetable Oils in Fattening Diets on Nonvolatile Taste Substances of Swimming Crab (*Portunus trituberculatus*). *Journal of Food Biochemistry*, 44(9), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13345>

Wang, W., & Zhou, W. (2012). Characterization of Spray-Dried Soy Sauce Powders Using Maltodextrins as Carrier. *Journal of Food Engineering*, 109(3), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.11.012>

Yonata, D. (2020). *Studi Mikroenkapsulasi dalam Proses Pembuatan Penyedap Rasa Seaweed: Pengaruh Jenis Seaweed dan Bahan Penyalut terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Penyedap Rasa*. Magister Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata.

