

Penurunan mutu dan pendugaan umur simpan sup krim instan labu kuning diperkaya tempe untuk lansia dengan metode *accelerated shelf life testing* (ASLT)

Salma Shafrina Aulia, Budi Setiawan*, Tiurma Sinaga, Ahmad Sulaeman

ABSTRACT

Background: Instant pumpkin cream soup enriched with tempeh had fulfilled 10% Recommended Dietary Allowances (RDA) for elderly so that it can be used as an easy-to-serve snack, but decreasing quality of instant cream soup will be happened if the instant cream soup was stored for a long time.

Objectives: This study aimed to analyze quality of water content, water activity and lipid oxidation in instant pumpkin cream soup during storage and estimated the shelf life of pumpkin cream soup enriched with tempeh.

Method: Quality storage was analyzed using of water content, water activity (a_w) and lipid oxidation. Estimation of shelf life was analyzed using Arrhenius Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) model.

Results: The results showed that the water content, a_w levels and lipid oxidation of instant pumpkin cream soup increased during the storage period. The critical parameter used in this study was lipid oxidation. Instant cream soup without the addition of tempeh can last 447 days while the cream soup with the addition of tempeh has a shelf life of 433 days.

Conclusion: Quality of instant pumpkin cream soup decreased during the storage period and it would be expired over a year.

Keywords: ASLT; elderly; instant cream soup; pumpkin; tempeh

ABSTRAK

Latar Belakang: Sup krim instan labu kuning diperkaya tempe telah memenuhi 10% Angka Kecukupan Gizi (AKG) lansia sehingga dapat digunakan sebagai makanan selingan yang mudah disajikan, namun sup krim instan labu kuning dapat mengalami penurunan mutu dan kerusakan produk selama masa penyimpanannya.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan mutu dan pendugaan umur simpan sup krim instan labu kuning diperkaya tempe

Metode: Penurunan mutu dianalisis menggunakan parameter kadar air, aktivitas air (a_w) dan oksidasi lemak. Metode yang dapat digunakan untuk menduga umur simpan adalah Accelerated shelf life testing (ASLT) model Arrhenius.

Hasil: Hasil menunjukkan bahwa kadar air, kadar a_w dan oksidasi lemak semakin meningkat selama masa penyimpanan baik pada sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe maupun sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe. Parameter kritis yang digunakan adalah oksidasi lemak. Sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe dapat bertahan 447 hari sementara pada sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe memiliki umur simpan 433 hari.

Simpulan: Mutu sup krim instan semakin menurun selama masa penyimpanan. Hasil pendugaan umur simpan menunjukkan sup krim instan labu kuning dapat bertahan lebih dari satu tahun.

Kata Kunci: ASLT; labu kuning; lansia; sup krim instan; tempe

PENDAHULUAN

Lansia merupakan kelompok usia yang rentan terkena penyakit dan gangguan kesehatan. Jumlah penduduk lanjut usia (lansia) mengalami peningkatan dua kali lipat dalam hampir lima dekade terakhir (1971-2017). Pada tahun 2017, penduduk lansia berjumlah 23,4 juta atau 8,79% dari penduduk Indonesia.¹ Tingginya angka prevalensi malnutrisi pada lansia akan berhubungan dengan penurunan fungsi tubuh, gangguan fungsi otot, penurunan masa tulang, penurunan fungsi kognitif dan peningkatan mortalitas pada lansia.²

Prevalensi gizi kurang pada lansia sebesar 27,3% terjadi pada laki-laki dan 12,8% terjadi pada perempuan.³ Selain demensia dan malnutrisi, lansia juga beresiko mengalami defisiensi zat gizi mikro. Studi menyebutkan sebanyak 36,36% mengalami defisiensi vitamin B12.⁴ Defisiensi vitamin B12 pada lansia disebabkan karena faktor penuaan dan asupan makanan.⁵ Selain vitamin B12, studi lain menunjukkan bahwa 49% lansia mengalami defisiensi vitamin B6.

Defisiensi zat gizi pada lansia belum diimbangi dengan pengembangan produk makanan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi lansia. Selain

untuk memenuhi kebutuhan zat gizi, produk makanan lansia perlu memperhatikan kondisi fisiologis lansia seperti tanggalnya gigi dan penurunan fungsi indera. Salah satu produk yang dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan para lansia adalah sup krim instan. Sup krim instan ini cocok sebagai produk untuk lansia karena sifatnya yang praktis dan bertekstur lembut sehingga dapat dikonsumsi dengan mudah oleh lansia. Sup krim instan labu kuning diperkaya tempe yang dikembangkan mampu memenuhi 10% Angka Kecukupan Gizi (AKG) karbohidrat, protein, lemak, serat, vitamin A, vitamin B12 dan vitamin B6 sebagai makanan selingan lansia. Berdasarkan Peraturan BPOM, sup krim instan labu kuning diperkaya tempe telah memenuhi klaim makanan sumber protein, tinggi serat, tinggi Vitamin B12 dan sumber Vitamin A (data tidak ditampilkan).⁶

Kelebihan lain dari sup krim instan labu kuning adalah dapat disimpan dalam waktu yang lama. Namun, semakin lama produk disimpan maka kemungkinan akan terjadi penurunan mutu dan kerusakan produk yang dapat dilihat melalui parameter kadar air, aktivitas air (a_w) dan oksidasi lemak. Kadar air mempengaruhi tekstur dari serbuk sup krim instan menjadi lembab. Semakin tinggi kadar air dalam serbuk juga akan meningkatkan a_w . Aktivitas air (a_w) menjadi parameter untuk menunjukkan adanya mikroba yang kemungkinan tumbuh dalam bubuk sup krim instan⁷. Oksidasi lemak dapat mengubah *flavour* dan dapat menjadi penanda terjadinya ketengikan pada bubuk sup krim⁸. Oksidasi lemak digunakan sebagai titik kritis untuk perhitungan umur simpan karena paling mempengaruhi kerusakan sup krim instan secara signifikan. Informasi mengenai umur simpan bermanfaat untuk mengetahui apakah suatu makanan layak untuk dikonsumsi dan untuk menghindari adanya keracunan makanan.

Metode yang dapat digunakan untuk menduga umur simpan adalah *Accelerated shelf life testing* (ASLT) model *Arrhenius*. Teknik penyimpanan dipercepat atau ASLT telah banyak digunakan untuk mengurangi waktu percobaan evaluasi jangka panjang dan merupakan alat yang sangat efektif untuk mempelajari perubahan karakteristik produk selama penyimpanan dengan cara menyimpan produk pangan dalam suhu ekstrim sehingga kerusakannya lebih cepat. Persamaan *Arrhenius* adalah model yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi prediksi penurunan

kualitas selama penyimpanan dan penting untuk memprediksi perubahan kualitas gizi yang terjadi selama penyimpanan⁹. Namun sejauh pengamatan kami, studi tentang penurunan mutu dan pendugaan umur simpan dengan metode ASLT masih jarang digunakan pada produk sup krim instan labu kuning diperkaya tempe. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan mutu dan pendugaan umur simpan sup krim instan labu kuning diperkaya tempe pada berbagai suhu dan waktu penyimpanan menggunakan model *Arrhenius* berdasarkan perubahan oksidasi lemak.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain rancangan acak lengkap berupa penambahan tempe 0% dan 75% dari jumlah labu yang digunakan (100:0, 100:75). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2019 di Laboratorium Kimia dan Analisis Makanan Fakultas Ekologi Manusia, IPB, Bogor dan *Pilot Plant, Southeast Asian Food and Agricultural Science* (SEAFASST), IPB, Bogor.

Bahan yang digunakan untuk membuat sup krim adalah labu kuning dan tempe serta bahan pendukung lainnya yaitu wortel, bawang bombay, daun bawang, seledri, kaldu ayam, minyak goreng, tepung beras dan *cream cooking* dan bumbu dapur. Bahan kimia yang digunakan yaitu aquades, HCl, reagen *Thiobarbituric Acid Reactive* (TBA), dan asam asetat glasial. Peralatan dalam membuat sup krim adalah kompor, pisau, papan iris, panci, *blender*, *sooden spatula*, timbangan makanan, dan mangkok. Alat pengeringan adalah *drum dryer*, *disc mill*, *sealer*, *container stainless*, timbangan, dan panci besar. Analisis kadar air menggunakan oven, cawan aluminium dan desikator. Analisis kadar a_w menggunakan a_w meter, analisis oksidasi lemak menggunakan destilator, tabung reaksi, pengangas, destilator, dan spektrofotometer Shimadzu UV-1800.

Tahapan pembuatan sup krim instan meliputi persiapan (mengupas dan memotong bahan), pemasakan dan penghalusan sup krim. Sup krim yang sudah halus kemudian dicampur dengan tepung beras untuk selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan *drum dryer*. Lembaran sup krim hasil pengeringan kemudian dihancurkan menjadi bubuk dimasukkan dalam kemasan aluminium *pouch* 8 × 12 cm.

Sampel disimpan dalam tiga inkubator yang diset suhunya pada 25, 35 dan 45 °C. Sampel

diamati setiap 7 hari selama 35 hari. Untuk pengujian sampel, masing-masing sampel uji dari suhu inkubator penyimpanan 25, 35, 45 °C diuji mulai dari hari ke-0 hingga hari ke-35 dengan selang waktu pengujian yaitu 7 hari. Parameter mutu yang diamati adalah kadar air, aktivitas air, dan bilangan TBA. Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 105 °C.¹⁰ Kadar air dinyatakan dalam basis kering. Nilai aktivitas air (a_w) diukur dengan menggunakan a_w meter dimana sampel dimasukkan ke dalam wadah a_w meter kemudian dibiarkan beberapa saat. Nilai a_w terbaca pada layar *display*.¹⁰ Analisis bilangan TBA dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer.¹¹ Sampel sebanyak 10 g didestilasi hingga diperoleh destilat sebanyak 50 mL. Selanjutnya sebanyak 5 mL destilat ditambahkan 5 mL pereaksi TBA dan dipanaskan selama 35 menit dalam air mendidih. Setelah didinginkan, sampel diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 528 nm. Bilangan TBA dihitung dengan mengalikan nilai absorbansi dengan konstanta 7,8.¹¹

Analisis umur simpan menggunakan *Arrhenius* dilakukan dengan menggunakan persamaan ordo nol dan ordo satu, Dari kedua ordo tersebut akan dipilih persamaan yang lebih baik, maka terlebih dahulu hasil pengamatan diplot.¹² Persamaan waktu kadaluarsa untuk ordo nol yaitu:

$$t = \frac{(A_0 - A_c)}{k}$$

Persamaan waktu kadaluarsa untuk ordo satu adalah:

$$\ln(A) = \ln(A_0) - kt, \text{ sehingga } (t) = \frac{(\ln(A) - \ln(A_0))}{k}$$

Keterangan:

A_0 : Konsentrasi awal dari kriteria kadaluarsa

A_c : Konsentrasi pada titik batas kadaluarsa

k : Kecepatan perubahan kriteria selama penyimpanan

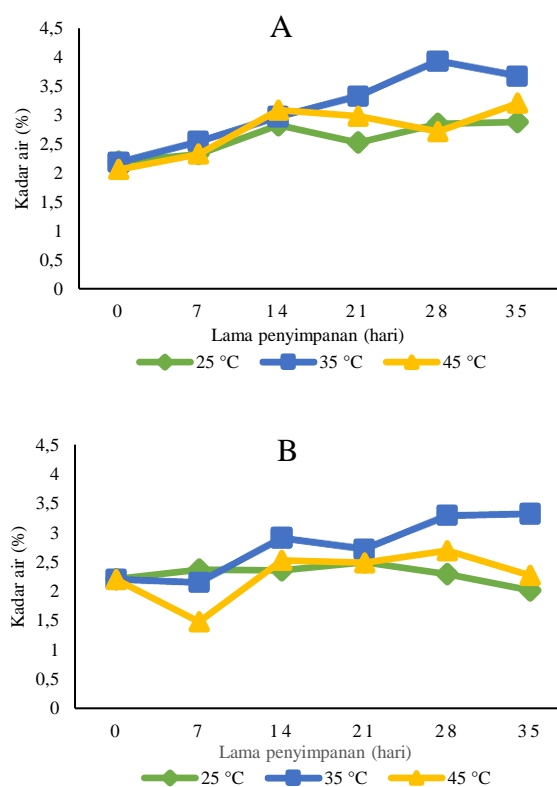
t : Waktu

HASIL

Perubahan Mutu Selama Penyimpanan Kadar Air

Perubahan kadar air sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe selama penyimpanan dengan berbagai suhu dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil analisis menunjukkan sup krim instan baik tanpa maupun dengan penambahan tempe pada hari ke-0 memiliki kadar air yang cukup rendah yaitu

sebanyak 2%. Kadar air tersebut semakin meningkat seiring dengan lama waktu penyimpanan. Namun, peningkatan tersebut tidak signifikan karena hanya bertambah 0,6-1,5% dari awal hingga akhir waktu pengamatan. Hasil lain menunjukkan, kadar air pada sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe cenderung fluktuatif selama penyimpanan dibandingkan tanpa penambahan tempe. Pada sup krim instan tanpa penambahan tempe, penyimpanan suhu 25 °C memiliki tren kenaikan kadar air yang cenderung lebih stabil dibanding kedua suhu lainnya. Pada suhu 35 °C, kadar air terus meningkat dari hari pertama hingga akhir penyimpanan dengan kenaikan tertinggi terjadi pada hari ke 21 menuju hari ke 28. Sementara itu pada penyimpanan dengan suhu 45°C terjadi kenaikan kadar air hingga hari ke-14, namun setelah itu kadar air cenderung konstan.

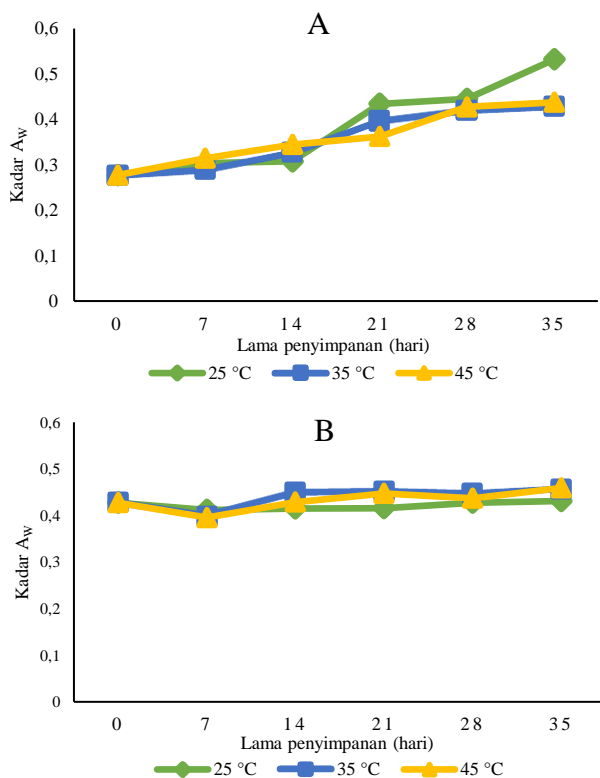


Gambar 1. Kadar Air Sup Krim Instan Labu Kuning Tanpa Penambahan Tempe (A) dan sup krim instan labu kuning dengan Penambahan Tempe (B) Selama Penyimpanan pada Suhu 25°C, 35°C, dan 45°C

Aktivitas Air (a_w)

Aktivitas air (a_w) sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe selama penyimpanan dengan berbagai suhu dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil analisis a_w kedua jenis sup krim pada hari terakhir penyimpanan menunjukkan nilai yang

rendah yaitu berkisar antara 0,43-0,56. Selain itu, hasil analisis juga menunjukkan sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe mempunyai nilai a_w yang lebih kecil dibanding sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe pada akhir waktu penyimpanan.



Gambar 2. Aktivitas Air (a_w) Sup Krim Instan Labu Kuning Tanpa Penambahan Tempe (A) dan Sup Krim Instan Labu Kuning dengan Penambahan Tempe (B) Selama Penyimpanan pada Suhu 25°C, 35°C, dan 45°C

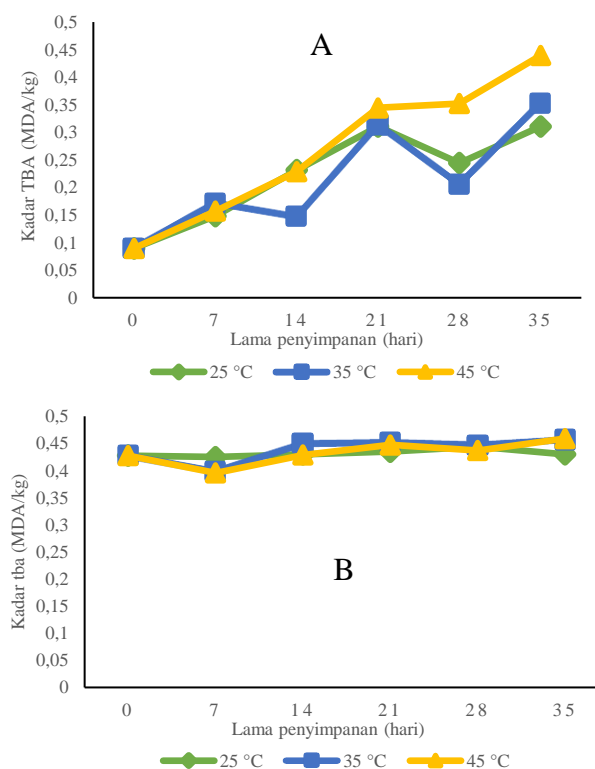
Oksidasi Lemak

Proses oksidasi lemak diketahui berdasarkan nilai TBA (*Thiobarbituric acid*). Nilai TBA sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe selama penyimpanan dengan berbagai suhu dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisis sup krim instan tanpa penambahan tempe menunjukkan, pada suhu penyimpanan 25 °C nilai TBA secara konstan meningkat hingga akhir waktu penyimpanan. Pada suhu penyimpanan 35 °C dan 45 °C, nilai TBA cenderung fluktuatif selama waktu penyimpanan namun tetap memiliki tren yang meningkat. Sementara itu, hasil analisis sup krim instan dengan

penambahan tempe memiliki nilai TBA awal yang lebih tinggi dibanding sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe. Meskipun memiliki nilai TBA awal yang tinggi, nilai TBA selama masa penyimpanan pada ketiga perlakuan suhu cenderung fluktuatif. Nilai TBA pada suhu 35 °C dan 45 °C di masa simpan hari ke-35 menunjukkan peningkatan, sementara pada suhu 25 °C menunjukkan penurunan.

Penentuan Ordo Reaksi

Penentuan ordo reaksi dilakukan untuk mengamati laju perubahan mutu parameter umur simpan. Ordo reaksi nol dipilih jika laju kerusakan terjadi secara konstan atau linear, sementara ordo reaksi satu dipilih jika laju kerusakan terjadi secara logaritmik atau eksponensial. Ordo reaksi dipilih dengan melihat persamaan regresi linear pada tiap suhu pengamatan. Nilai R^2 yang mendekati satu digunakan untuk menentukan ordo reaksi yang akan digunakan. Ordo reaksi pendugaan umur simpan dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Nilai TBA Sup Krim Instan Labu Kuning Tanpa Penambahan Tempe (A) dan Sup Krim Instan Labu Kuning dengan Penambahan Tempe (B) Selama Penyimpanan pada Suhu 25°C, 35°C, dan 45°C

Tabel 1. Ordo Reaksi Pendugaan Umur Simpan

Formula	Suhu penyimpanan (°C)	R ²		Ordo terpilih
		Ordo reaksi nol	Ordo reaksi satu	
Sup krim instan tanpa penambahan tempe	25	0,7891	0,7764	1
	35	0,7026	0,7412	1
	45	0,9747	0,9256	1
Sup krim instan dengan penambahan tempe	25	0,285	0,2699	0
	35	0,3706	0,3559	0
	45	0,4278	0,4103	0

Tabel 2. Persamaan Sup Krim Instan pada Ordo Terpilih

Suhu (°C)	Suhu (K)	(1/T)	Persamaan ordo terpilih	Slope (k)	ln k
Sup krim instan tanpa penambahan tempe					
25	273+25=298	0,003356	y = 0,006x + 0,1173	0,006	-5,115996
35	273+35=308	0,003247	y = 0,0065x + 0,1003	0,0065	-5,035953
45	273+45=318	0,003145	y = 0,01x + 0,0937	0,01	-4,605170
Sup krim instan dengan penambahan tempe					
25	273+25=298	0,003356	y = 0,0046x + 0.7204	0,0046	-5,381699
35	273+35=308	0,003247	y = 0,0036x + 0.7571	0,0036	-5,626821
45	273+45=318	0,003145	y = 0,003x + 0.7857	0,003	-5,809143

Keterangan: T= suhu penyimpanan (K) ; Dengan mem-plotkan kebalikan suhu mutlak (1/T) terhadap ln k, maka diperoleh grafik seperti Gambar 4.

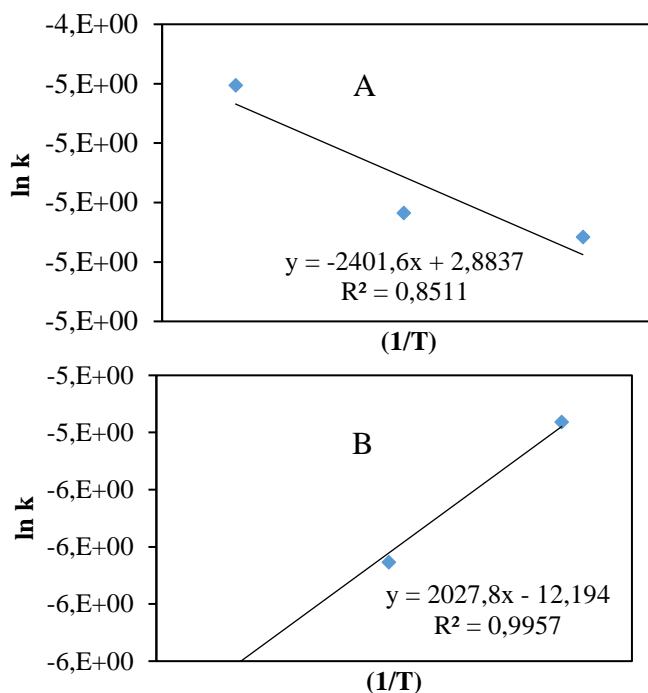
Berdasarkan Tabel 1, sup krim instan tanpa penambahan tempe memiliki nilai R² mendekati satu lebih banyak terdapat pada ordo satu, sementara itu sup krim instan dengan penambahan tempe memiliki nilai R² mendekati satu lebih banyak terdapat pada ordo nol. Berdasarkan hasil tersebut, perhitungan umur simpan sup krim instan tanpa penambahan tempe dilakukan menggunakan ordo satu, sementara sup krim instan dengan penambahan tempe dilakukan menggunakan ordo nol.

Dengan melakukan perhitungan kemiringan persamaan regresi antara nilai ln TBA dan waktu pengujian pada tiga perlakuan suhu, diperoleh persamaan garis satu terpilih, nilai k (slope) dan ln k seperti pada Tabel 2.

Persamaan regresi yang diperoleh pada Gambar 4 digunakan untuk menentukan persamaan penurunan mutu (Y dan ln k) dan digunakan untuk menghitung energi aktivasi (E_a) dan nilai ln k₀. Persamaan penurunan mutu sup krim dapat dilihat pada Tabel 3.

Nilai k₀ tersebut kemudian digunakan untuk mencari persamaan laju perubahan TBA (k). Nilai k tersebut kemudian digunakan untuk menghitung

umur simpan. Laju perubahan bilangan TBA dan umur simpan sup krim dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 4. Hubungan ln k Bilangan TBA terhadap Suhu (1/T) pada Sup Krim Instan Tanpa Penambahan Tempe (A) dan Sup Krim Instan Labu Kuning Dengan Penambahan Tempe (B)

Tabel 3. Persamaan Penurunan Mutu Sup Krim

Formula	Persamaan mutu (y)	ln k	ln k ₀	E _a (kal/mol)	k ₀
Sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe	-2401,6x + 2,8837	-2401,6 $\frac{1}{T}$ + 2,8837	2,8837	-4027,2	17,880
Sup krim dengan penambahan tempe	2027,8x - 12,194	2027,8 $\frac{1}{T}$ - 12,194	- 12,194	-4027,2	1753281,9

Tabel 4. Laju Perubahan Bilangan TBA dan Umur Simpan Sup Krim

Suhu (°C)	Laju perubahan bilangan TBA (k)	Umur simpan (hari)
Sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe		
25	0,00565017	743,87
35	0,007345241	572,21
45	0,009386327	447,78
Sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe		
25	0,004567893	433,2
35	0,003660214	540
45	0,002975716	664,98

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, didapatkan waktu umur simpan sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe berkisar 433 - 743 hari atau 1,18 hingga 2 tahun, dimana sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe memiliki umur simpan yang lebih lama pada saat disimpan disuhu 25°C sedangkan sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe memiliki umur simpan yang lebih lama pada saat disimpan disuhu yang lebih tinggi yaitu 45°C.

PEMBAHASAN

Sup krim instan merupakan salah satu produk makanan yang cocok untuk lansia karena sifatnya yang praktis dan bertekstur lembut sehingga dapat dikonsumsi dengan mudah. Selain itu, sup krim instan juga dapat disimpan dalam waktu yang lama. Namun, penyimpanan dalam waktu yang lama memungkinkan terjadinya penurunan mutu dan kerusakan produk. Oleh karena itu, pendugaan umur simpan sup krim instan perlu dilakukan. Berdasarkan hasil analisis, kadar air pada sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe mengalami peningkatan seiring lama waktu penyimpanan dengan kadar air pada akhir masa simpan berada dibawah 10%. Hasil ini sejalan dengan Hassanein et al. yang menunjukkan nilai kadar air pada tepung tempe memiliki kecenderungan meningkat selama masa penyimpanan dengan kadar air akhir mencapai 6-7%. Meskipun mengalami peningkatan, selama masa penyimpanan juga terjadi fluktuasi kadar air. Studi lain oleh Anggraini et al. menunjukkan hal

yang sama, bahwa kadar air selai buah pada akhir waktu penyimpanan menunjukkan peningkatan sebesar 1-2%¹⁴. Peningkatan kadar air dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti sifat higroskopis bubuk sup krim, kondisi penyimpanan dan bahan kemasan¹⁵. Berdasarkan hasil tersebut juga diketahui sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe telah memenuhi syarat mutu sup krim instan menurut SNI yang mengharuskan sup krim instan memiliki kadar air dibawah 10%¹⁶. Hasil lain dari analisis kadar air menunjukkan, sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe memiliki kadar air yang lebih rendah dibanding sup krim instan dengan penambahan tempe. Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan air yang terdapat pada labu kuning lebih mudah menguap dibanding kandungan air pada tempe. Syafutri dan Lidiasari dan Dharmapadni et al. menyatakan bahwa setelah dikeringkan, tempe memiliki rendemen lebih tinggi (31,52%) dibandingkan labu (22%)^{17,18}. Sifat penguapan kedua jenis bahan tersebut terkait dengan perbedaan ukuran partikel. Astawan et al. menyatakan ukuran partikel yang lebih kecil mengakibatkan partikel-partikel menjadi lebih rapat dalam menempati volume ruang sehingga dapat menurunkan interaksi uap air diudara dan menurunkan kemampuan untuk menyerap uap air¹⁹.

Selain kadar air, aktivitas air (a_w) dapat dijadikan parameter penentuan umur simpan karena dapat mengevaluasi kondisi mikrobiologi suatu produk²⁰. Nilai a_w erat kaitannya dengan kadar air dalam bahan terhadap daya simpan produk pangan²¹. Berdasarkan nilai a_w, mayoritas mikroba tidak dapat berkembang biak pada nilai a_w dibawah 0,90. Namun, mikroba tertentu (beberapa jenis fungi xerofilik) masih dapat melakukan aktivitas pembelahan sel hingga a_w 0,61²². Hasil analisis menunjukkan nilai a_w sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe pada akhir pengamatan berkisar antara 0,43-0,53. Nilai a_w yang rendah ini menunjukkan sup krim instan masih memiliki kondisi mikrobiologis yang baik karena pada a_w tersebut mikroorganisme terutama bakteri tidak dapat tumbuh. Nilai a_w yang rendah juga

mengindikasikan produk dapat memiliki masa simpan yang lama. Semakin rendah nilai a_w maka semakin tinggi daya simpan bahan makanan²¹. Semakin tinggi nilai a_w maka semakin tinggi pula kemungkinan tumbuhnya mikroorganisme dalam bahan pangan tersebut¹⁹. Hasil lainnya menunjukkan, a_w pada sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tempe memiliki pengaruh terhadap a_w sup krim instan. Tepung tempe memiliki nilai a_w yang cukup tinggi yaitu mencapai 0,700¹⁹.

Kerusakan akibat oksidasi lemak menjadi parameter lain yang penting untuk diketahui karena kerusakan yang ditimbulkan berdampak langsung terhadap aroma dan rasa produk. Reaksi oksidasi terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap inisiasi, propagasi dan terminasi²³. Tahap inisiasi merupakan tahap pembentukan senyawa radikal, tahap propagasi adalah tahap pemanjangan rantai radikal yang menyebabkan terbentuknya hidroperoksida radikal, dan tahap terminasi adalah tahap bereaksinya senyawa radikal dengan radikal lain atau dengan penangkapan radikal, sehingga potensi propagasinya rendah²⁴. Oksidasi lemak menyebabkan ketengikan yang diakibatkan karena pembentukan senyawa hidroperoksida. Hidroperoksida merupakan senyawa yang bersifat tidak stabil dan mudah terurai menjadi produk oksidasi sekunder beraroma seperti keton, alkohol dan aldehid seperti *malondialdehid* (MDA)²⁵.

Hasil analisis menunjukkan nilai TBA sup krim instan tanpa penambahan tempe pada ketiga perlakuan suhu meningkat seiring lama waktu penyimpanan. Hasil ini sesuai dengan Fauzi et al. (2016) yang menunjukkan terjadinya peningkatan nilai TBA pada ikan *fillet* bandeng selama enam hari masa penyimpanan²⁶. Ditambahkan oleh Novitasari et al. pada studi umur simpan wajik dengan kemasan *edible film* tapioka selama 30 hari menunjukkan adanya peningkatan nilai TBA. Pada awal penyimpanan, nilai TBA wajik adalah 0,452 sementara di akhir penyimpanan nilai TBA wajik adalah 0,877-1,045²⁷. Hasil lainnya pada sup krim instan dengan penambahan tempe menunjukkan nilai TBA yang fluktuatif selama masa simpan. Selain itu, peningkatan tersebut juga dipengaruhi oleh suhu perlakuan selama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan Sari et al. yang menunjukkan nilai TBA dipengaruhi oleh waktu dan suhu

penyimpanan, dimana pada produk stik udang rebon semakin tinggi suhu penyimpanan nilai TBA semakin rendah namun tidak berbeda nyata²⁸.

Parameter kritis merupakan parameter yang paling menentukan kerusakan suatu produk sehingga menjadi dasar untuk penentuan umur simpan²⁹. Berdasarkan pada beberapa parameter yang telah dianalisis, nilai oksidasi lemak (nilai TBA) dipilih sebagai parameter kritis umur simpan dari produk sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe. Pada produk sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe, sumber lemak tertinggi pada produk sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe berasal dari minyak kelapa sawit dan *cooking cream*. Oksidasi lemak dipilih sebagai faktor kritis karena dapat membentuk *off flavor* (bau tengik) akibat reaksi oksidasi asam lemak tidak jenuh yang dipicu oleh suhu penyimpanan yang tinggi. Fauzi et al. menambahkan, oksidasi lemak dapat menyebabkan ketengikan akibat pembentukan senyawa beraroma seperti keton, alkohol dan aldehid. *Off flavor* (bau tengik) yang terbentuk pada produk dapat menyebabkan penolakan produk oleh konsumen²⁶.

Pendugaan umur simpan sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe dapat dilakukan dengan mengevaluasi perubahan mutunya (terutama perubahan parameter kritis) selama penyimpanan. Namun metode pendugaan umur simpan konvensional yang dilakukan dengan menyimpan produk hingga rusak memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu, metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dikembangkan untuk dapat memperpendek waktu penentuan umur simpan dengan mempercepat terjadinya reaksi penurunan mutu produk pada suatu kondisi penyimpanan tidak biasa (ekstrim)²⁹. Hasil perhitungan pendugaan umur simpan menunjukkan jika dilakukan penyimpanan pada suhu 25 °C dan 35 °C, sup krim instan tanpa penambahan tempe memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan sup krim instan dengan penambahan tempe. Sementara itu, jika dilakukan penyimpanan pada suhu 45 °C, sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan sup krim instan tanpa penambahan tempe. Berdasarkan hasil tersebut diketahui perbedaan suhu dapat mempengaruhi waktu umur simpan suatu produk. Hal ini sesuai dengan studi Palupi et al. menunjukkan pada suhu penyimpanan 25 °C mi kering substitusi jagung

memiliki umur simpan selama 5,21 bulan, sementara pada suhu penyimpanan yang lebih tinggi yaitu 30 °C umur simpan produk berkurang menjadi selama 4,19 bulan²⁹. Studi oleh Warsiki dan Damanik juga menunjukkan bahwa produk sup daun torbangun yang disimpan pada suhu dingin yaitu 3 °C-5 °C memiliki umur simpan lebih lama yaitu 8 hari dibandingkan sup yang disimpan pada suhu 27 °C -30 °C yaitu 3 hari³⁰.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan pada suhu penyimpanan tinggi umur simpan produk cenderung lebih singkat. Hal ini disebabkan oleh proses oksidasi lemak, dimana proses ini lebih mudah terjadi pada suhu tinggi sehingga produk menjadi lebih cepat rusak akibat pembentukan senyawa volatil *off flavor* (tengik). Sementara itu pada suhu lebih rendah, proses oksidasi cenderung melambat. Pada suhu lebih rendah proses pembentukan senyawa penyebab ketengikan seperti aldehida dan malonaldehida penyebab ketengikan menjadi terhambat³⁰. Namun, terdapat beberapa faktor pengecualian yang bergantung pada bahan baku produk, seperti pada bahan baku dengan kandungan protein tinggi. Proses oksidasi dapat berkurang selama penyimpanan dikarenakan adanya interaksi senyawa malonaldehid (MDA) dengan protein. MDA dapat terikat pada gugus fungsional pada protein seperti -SH (Cys), -OH (Ser, Tyr, Thr), -NH₂ (Lys, Arg), -COOH (Glu, Asp), -NH (His), dan -SCH₃ (Met)³¹. Semakin lama penyimpanan maka protein akan terurai menjadi asam amino bebas sehingga semakin lama penyimpanan maka akan lebih mudah MDA terikat pada gugus fungsional protein. Adanya ikatan tersebut akan menjadi kompleks dan membuat tidak adanya reaksi MDA dan TBA sehingga hasil analisisnya menunjukkan nilai MDA yang menurun. Interaksi antara sistein dan MDA yang membentuk kompleks membuat 30% MDA tidak terdeteksi saat analisis. MDA juga bersifat volatil yang mudah menguap saat penyimpanan sehingga senyawa tersebut tidak terdeteksi saat analisis. Pereaksi TBA juga dapat berinteraksi dengan senyawa lain alkanals, alkenals, dan 2,4-dienals yang dapat mengganggu analisis dan dapat membuat konsentrasinya MDA berubah.^{32,33}

SIMPULAN

Kadar air, kadar a_w dan oksidasi lemak semakin meningkat selama masa penyimpanan baik

pada sup krim instan labu kuning tanpa penambahan tempe maupun sup krim instan labu kuning dengan penambahan tempe. Dari analisis pendugaan umur simpan menggunakan metode *Arrhenius* dengan parameter oksidasi lemak menunjukkan bahwa sup krim instan dengan dan tanpa penambahan tempe dapat bertahan lebih dari satu tahun. Saran dari penelitian ini adalah perlu ditambahkan pengujian *Total Plate Count (TPC)* untuk mengetahui keberadaan bakteri dan uji sensori untuk mengetahui tingkat penerimaan produk selama penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEKDIKTI) atas bantuan dana penelitian melalui skema penelitian PMDSU.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik. Statistik Penduduk Lanjut Usia 2017. Jakarta; 2017.
2. Amarya S, Singh K, Sabharwal M. Changes during aging and their association with malnutrition. *Journal of Clinical Gerontology & Geriatrics*. 2015;6:78-84.
3. Boscatto EC, Duarte M, Coqueiroc RS, Barbosa. Nutritional status in the oldest elderly and associated factors. *Rev Assoc Med Bras* 2013;59(1):40-7.
4. Gonmei Z, Dwivedi S, Toteja GS, Bansal PG. Anemia dan vitamin B12 deficiency in elderly. *Asian Journal of Pharmaceutical dan Clinical Research*. 2018;11(1):402.
5. Pannérec A, Migliavacca E, De Castro A, Michaud J, Karaz S, Goulet L, et al. Vitamin B12 deficiency and impaired expression of amnionless during aging. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2018;9:41-52.
6. Badan Pengawas Obat dan Makanan. Peraturan Kepada Badan Pengawas Obat dan Makanan No.13 tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Jakarta; 2016.
7. Kumar PP, Manohar RS, Indiramma AR, Krishna AG. Stability of oryzanol fortified biscuits on storage. *Journal of Food Science and Technology*. 2012;49:1-8.
8. Patrignani M, Conforti PA, Lupano CE. The role of lipid oxidation on biscuit texture during storage. *International Journal of Food Science and Technology*. 2014;49:1925-31.

9. Wang DY, Fan WC, Guan YF, Huang HN, Yi T, Jin JM. Oxidative stability of sunflower oil flavored by essential oil from *Coriandrum sativum* L. during accelerated storage. *LWT Food Sci Technol.* 2018;98:268–75.
10. Husni A, Putra DR, Lelana IY. Aktivitas antioksidan *Padina* sp. pada berbagai suhu dan lama pengeringan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.* 2014;25;9(2):165-73.
11. Association of Official Analytical dan Chemist. Official Method of Analysis. 16thed. Arlington (US); 2012.
12. Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT, Dugan L. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J Am Oil Chem Soc.* 1960;37:44-8.
13. Labuza TP. Shelf Live Dating of Foods. Connecticut: Food dan Nutrition Press Inc. 1982.
14. Anggraini A, Sayuti K, Yenrina R. Accelerated shelf life test (aslt) method with *Arrhenius* approach for shelf life estimation of sugar palm fruit jam with addition of asian melastome (*melastoma malabathricum*, l.) on jar packaging and pouch. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology.* 2019(2):268-79
15. Nagi HPS, Kaur J, Dar BN, Sharma S. Effect of storage period and packaging on the shelf life of cereal bran incorporated biscuits. *American Journal of Food Technology.* 2012;7:301–10.
16. Badan Standar Nasional. Standar Nasional Indonesia Sup krim instan. SNI 3549:1999. Jakarta; 1999.
17. Syafutri MI dan Lidiasari E. Pengaruh konsentrasi penambahan tepung tempe terhadap karakteristik tortilla labu kuning. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian.* 2014;19(2).
18. Dharmapadni IGA, Admadi B, Yoga IWGA. Pengaruh suhu pengeringan terhadap karakteristik tepung labu kuning (*cucurbitae moschata* ex. *poir*) beserta analisis finansialnya. *Jurnal rekayasa dan manajemen agroindustry.* 2016;4:73-82.
19. Astawan M, Wresiyati T, Ichsan M. Karakteristik fisikokimia tepung tempe kecambah kedelai. *Jurnal Gizi Pangan.* 2016;11(1):35-42
20. Huchet V, Pavan S, Lochardet A, Divanac'h ML, Postollec F, Thuault D. Development and application of a predictive model of *Aspergillus candidus* growth as a tool to improve shelf life. *Food Microbiology.* 2013.
21. Leviana W, Paramita V. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Air dan Aktivitas Air Dalam Bahan Pada Kunyit (*Curcuma Longa*) Dengan Alat Pengering Electrical Oven. *METANA* 2018;13(2):37-44
22. Stevenson A, Cray JA, Williams JP, Santos R, Sahay R, Neuenkirchen N, McClure CD et al. Is there a common water-activity limit for the three domains of life?. *Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology* 2019;9(6):1333-51
23. Utami IR, Orbaniyah S. Pengaruh Pemberian Seduhan Teh Kelopak Bunga *Hibiscus sabdariffa* L. terhadap Kadar Kolesterol Total Perokok Aktif. *Mutiara Medika.* 2013;13(3):167-72
24. Prakash D, Singh BN, Upadhyay G. Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*). *Food chemistry* 2007;102(4),pp.1389-93.
25. Harikedua SD. Efek penambahan ekstrak air jahe (*zingiber officinale roscoe*) dan penyimpanan dingin terhadap mutu sensori ikan tuna (*thunnus albacores*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis.* 2010;6(1):36-40
26. Fauzi A, Surti T, Rianingsih L. Efektivitas daun teh (*Camellia Sinensis*) sebagai antioksidan pada fillet ikan bandeng (*Chanos Chanos Forsk.*) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan.* 2016;5(4):1-10
27. Novitasari E, Restuhadi F, Efendi R. Pendugaan umur simpan wajik yang dikemas dengan kertas minyak dan edible film tapioka menggunakan metode akselerasi. *JOM Pertanian* 2019;6(1):1-15
28. Sari SD, Dali FA, Harmain RM. Masa simpan stik rumput laut fortifikasi tepung udang rebon dalam kemasan polipropilen. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan.* 2017;5.
29. Palupi NS, Kusnandar D, Adawiyah DR, Syah D. Penentuan umur simpan dan pengembangan model diseminasi dalam rangka percepatan adopsi teknologi mi jagung bagi UKM. *Manajemen IKM* 2010;5(1):42-52
30. Warsiki E, Damanik MRM. Perubahan mutu dan umur simpan sup daun torbangun (*colues amboinicus lour*) dalam kemasan. *Jurnal Gizi dan Pangan* 2012;7(1):7-10
31. Papastergiadis A, Mubiru E, Van Langenhove H, Meulenaer B. Malondialdehyde measurement in oxidized foods: evaluation of the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) test in various foods. *Journal of agricultural and food chemistry* 2012;60:9589-94.
32. Gray JI. Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* 1978;55:539-46.
33. Desminarti S, Rimbawan R, Anwar F, Winarto A. Efek bubuk tempe instan terhadap kadar malonaldehid (MDA) serum tikus hiperglikemik. *Jurnal Kedokteran Hewan (Indonesian Journal of Veterinary Sciences)* 2012;6(2):72-4.