

TEKNOLOGI PERTANIAN

Penentuan Laju Perubahan Mutu Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana colla*) Menggunakan Model Arrhenius

Application Of Arrhenius Model For Determining Of The Quality Change Rate Of Kepok Banana (Musa acuminata balbisiana colla)

Defriani Nuril Fauziah*, Sutarsi, Setiyo Harri

Lab. Enjiniring Hasil Pertanian, PS Teknik Pertanian FTP – UNEJ,
Jl. Kalimantan no. 37 Kampus Tegal Boto, Jember 68121
Email : defriani.nuril06@gmail.com

ABSTRACT

Yellow kepok banana quality will decrease during storage both in qualitative and quantitative properties. The purpose of this study was to measure yellow kepok banana quality parameters at the end of shelf life and to determine quality change rate of yellow kepok banana using Arrhenius Model. Yellow kepok banana were stored in climatic chamber with the temperature 10°C, 15°C, 28°C and 40°C, and relative humidity 85%. Quality parameters measured were weight loss, color, texture and sugar content. The result showed that increasing the temperature during storage would increase weight loss, color change, sugar content and tendering in texture. The quality change rate of yellow kepok banana (weight loss, color change and sugar content) could modeled using Arrhenius equation with high determination coefficient, but couldn't for texture.

Keywords : quality change rate, yellow kepok banana

PENDAHULUAN

Produk-produk hortikultura, terutama buah-buahan seperti pisang kepok kuning (*Musa acuminata balbisiana colla*) banyak disukai oleh masyarakat setelah mengkonsumsi makanan pokok sehari-hari untuk melengkapi kebutuhan vitamin yang dibutuhkan oleh manusia. Permasalahan yang dihadapi oleh konsumen sebelum mengkonsumsi pisang kepok kuning yaitu buah tersebut sangat cepat mengalami pembusukan karena tergolong buah klimaterik. Hal ini terjadi karena peningkatan respirasi yang mendadak selama pematangan buah (Susanto dan Saneto, 1994).

Pascapanen adalah suatu kegiatan yang dimulai dari bahan setelah dipanen sampai siap untuk dipasarkan atau digunakan konsumen dalam kondisi masih segar atau siap diolah lebih lanjut dalam industri. Tujuan kegiatan pascapanen buah-buahan adalah mengurangi kerusakan atau menekan tingkat kehilangan hasil panen buah-buahan. Penanganan pascapanen sangat mempengaruhi kualitas buah-buahan tersebut (Pujimulyani, 2009).

Penyimpanan pisang kepok kuning dalam suhu dingin mampu mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpannya, karena dapat menurunkan proses respirasi, memperkecil transpirasi dan menghambat perkembangan mikrobia. Tetapi pada penyimpanan pada suhu dingin tidak menekan seluruh aspek metabolisme pada tingkat yang sama (Triningrum, 1990).

Penentuan laju perubahan mutu pisang kepok kuning berguna untuk mengetahui seberapa besar daya simpannya. Mutu buah pisang dapat ditentukan menurut karakter warna, tekstur, kadar gula dan kehilangan bobotnya. Selama penyimpanan atribut mutu tersebut akan berubah oleh adanya pengaruh dari faktor-faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban relatif (Syarif, 1992).

Model Arrhenius adalah suatu model yang digunakan untuk mengetahui kecepatan perubahan mutu makanan selama penyimpanan. Dimana suhu penyimpanan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan

semakin cepat. Faktor suhu penyimpanan harus selalu diperhitungkan. Apabila keadaan suhu penyimpanan tetap dari waktu ke waktu maka perumusan masalahnya bisa sederhana. Kelemahan dari model ini yaitu hanya memperhitungkan satu variabel saja yaitu suhu penyimpanan dimana banyak sekali faktor yang mempengaruhi perubahan mutu makanan (Syarif, 1992).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian Penentuan Laju Perubahan Mutu Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana colla*) dengan Model Arrhenius dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2013 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang kepok kuning. Pisang kepok kuning diperoleh dari pasar Gebang, Jember. Pisang kepok kuning dipilih dalam keadaan tua optimal kemudian langsung disimpan sesuai suhu yang telah ditentukan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: timbangan digital merk *ohaus pioneer* dengan akurasi 0,01 gram, *climatic chamber (climacell)*, *penetrometer*, *colour reader minolta CR10* merk *konica minolta sensing*, *refractometer* atago master M 0-30 %, *hygrometer* merk *Qualitats-Erzeugnis TFA*, *stopwatch*, dan kamera digital.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan bahan

Pisang kepok kuning yang digunakan untuk penelitian, sampel diberi kode sesuai suhu penyimpanan. Sampel ditimbang dan dicatat berat masing-masing sebagai bobot awal penyimpanan. Penyimpanan sampel dilakukan dalam *climatic chamber (Climacell)* sebanyak 3 sampel pisang kepok kuning

2. Perlakuan

Perlakuan dilakukan dengan mengatur suhu penyimpanan (10, 15, 28 dan 40)°C dengan RH 85%.

3. Pengukuran Parameter Mutu Pisang Kepok Kuning

Pengukuran pada 3 sampel pisang kepok kuning meliputi warna, tekstur dan kadar gula pengukuran dilakukan pada setiap pisang kepok kuning baik yang belum disimpan dan yang sudah disimpan, sedangkan pengukuran kehilangan bobot pisang kepok kuning dilakukan sebelum disimpan dan setelah disimpan.

a. Pengukuran Kehilangan Bobot

Kehilangan bobot buah pisang kepok kuning ditentukan dengan cara menimbang sampel pada saat sebelum dan sesudah dilakukan penyimpanan (Pantastico, 1975). Kehilangan bobot dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase kehilangan bobot} = (A-B)/A \times 100\%$$

b. Pengukuran Warna

Menembakkan Colour Reader CR-10 merk konica minolta sensing pada kulit pisang kepok kuning sebanyak 10 titik pada bagian yang berbeda. Setelah diketahui nilai L, a dan b, melakukan perhitungan mengenai:

$$\Delta E = [(L - L_c)^2 + (a - a_c)^2 + (b - b_c)^2]^{1/2}$$

c. Pengukuran Tekstur

Pengukuran tekstur dilakukan dengan menggunakan Penetrometer. Cara kerja dimulai dengan mengatur jarum penunjuk skala kedalam tusukkan ke angka nol. Waktu yang digunakan dalam pengujian selama 10 detik. Tempatkan irisan daging pisang kepok kuning dibawah jarum sehingga ujung jarum menempel pada irisan daging pisang kepok kuning tetapi tidak menusuk permukaan irisan daging pisang kepok kuning. Pencet tombol start dan tunggu hingga berhenti. Selanjutnya baca jauhnya skala penanda bergeser dari angka nol. Pengukuran tekstur ini dilakukan pada 10 titik dibagian yang berbeda kemudian hasilnya dirata-rata. Untuk memperoleh sudut kerucut dilakukan pengukuran panjang sisi miring dan keliling lingkaran pada kerucut yang kemudian diperoleh panjang jari-jari kerucut. Setelah memperoleh panjang jari-jari dan panjang sisi miring, maka sudut kerucut dapat dihitung dengan arc sin. Skala pada monitor menunjukkan gaya yang diperoleh untuk menembus bahan sebanding dengan kekerasan dari bahan. Untuk menentukan tekstur digunakan persamaan (Winarno dan Aman, 1981):

$$\tau = gm / p^2 \tan^2(1/2\alpha)$$

d. Pengukuran Kadar Gula

Pengukuran kadar gula pisang kepok kuning dilakukan dengan menggunakan Refractometer Atago Master M 0-30%. Lensa kaca pada tempat bahan dibersihkan dahulu menggunakan tisu yang diberi aquades, kemudian dikeringkan dengan tisu. Setelah itu pisang kepok kuning dihaluskan ± 2 tetes diletakkan di ujung lensa pengamatan. Pengukuran dilakukan terhadap 3 sampel dengan perlakuan sebanyak 3 kali ulangan terhadap masing-masing perlakuan. Besarnya nilai kadar gula dinyatakan dalam satuan % Brix. Untuk membaca angka kadar brix yang dihasilkan dilakukan ditempat yang terang (Budiyati dan Haryani, 2004).

e. Perubahan Mutu dengan Model Arrhenius

Suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu makanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju

reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat. Oleh karena itu, dalam menduga kecepatan penurunan mutu makanan selama penyimpanan, faktor suhu harus selalu diperhitungkan. Apabila keadaan suhu penyimpanan tetap dari waktu ke waktu maka perumusan masalahnya bisa sederhana, yaitu untuk menduga laju perubahan mutu cukup dengan menggunakan persamaan Arrhenius (Syarif, 1992).

$$k = k_0 e^{-E/RT}$$

Korelasi

Korelasi merupakan analisis terhadap kekuatan hubungan antara variabel bebas (x) dengan variabel terikat (y). Analisis korelasi erat kaitannya dengan analisis regresi linier. Analisis regresi linier menyatakan bentuk hubungan antara variabel bebas (x) dengan variabel terikat (y). Sebelum mengetahui koefisien korelasi, maka terlebih dahulu harus mengetahui nilai regresinya. Koefisien korelasi sederhana dilambangkan (r) adalah suatu ukuran arah dan kekuatan hubungan linier antara dua variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y), dengan ketentuan nilai r berkisar dari harga (-1 ≤ r ≤ +1) (Mattjik dan Sumertajaya, 2006).

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan software SPSS versi 16.0. Analisis yang digunakan yaitu analisis korelasi Pearson. Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara 2 variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat yang berskala interval atau rasio (parametrik). Perubahan mutu pisang kepok kuning yang mempunyai hubungan dengan suhu penyimpanan yaitu kehilangan bobot, warna, dan kadar gula. Adapun hipotesis korelasi Pearson yang diperoleh pada penelitian ini yaitu:

H0 = tidak terdapat hubungan antara suhu penyimpanan terhadap perubahan mutu pisang kepok kuning

H1 = terdapat hubungan antara suhu penyimpanan terhadap perubahan mutu pisang kepok kuning

Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson apabila diperoleh nilai yaitu:

1. Jika nilai signifikansi p-value > 0,05, Ho diterima

2. Jika nilai signifikansi p-value < 0,05, Ho ditolak, H1 diterima.

Berikut ini langkah-langkah untuk menganalisis perubahan mutu pisang kepok kuning menggunakan Model Arrhenius: laju perubahan mutu (k) diperoleh dari slope kurva linier hubungan parameter mutu dengan lama penyimpanan, penentuan koefisien korelasi (r) laju perubahan mutu dengan suhu penyimpanan menggunakan software *SPSS versi 16.0*, menentukan konstanta laju perubahan mutu (k_0) dan energi aktivasi dengan cara linierisasi.

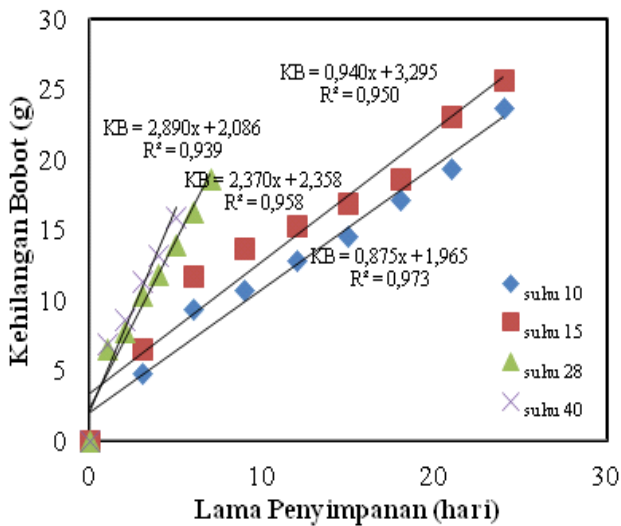
HASIL PEMBAHASAN**Proses Penyimpanan Pisang Kepok Kuning**

Penyimpanan dengan menggunakan climatic chamber hampir sama dengan penyimpanan menggunakan lemari pendingin. Pada climatic chamber suhu dan kelembaban relatif (RH) bisa diatur sedangkan pada lemari pendingin hanya ada pengaturan suhu yang sudah tersedia pada lemari pendingin tersebut tidak ada pengaturan kelembaban relatif (RH). Climatic chamber merupakan alat untuk menyimpan makanan dengan berbagai suhu sesuai keinginan. Penyimpanan pisang kepok kuning dalam penelitian ini dilakukan pada suhu yaitu 10°C, 15°C, 28°C dan 40°C. Penggunaan suhu penyimpanan 10°C, 15°C, 28°C dan 40°C untuk mengetahui besarnya laju perubahan mutu pisang kepok kuning pada masing-masing suhu penyimpanan tersebut.

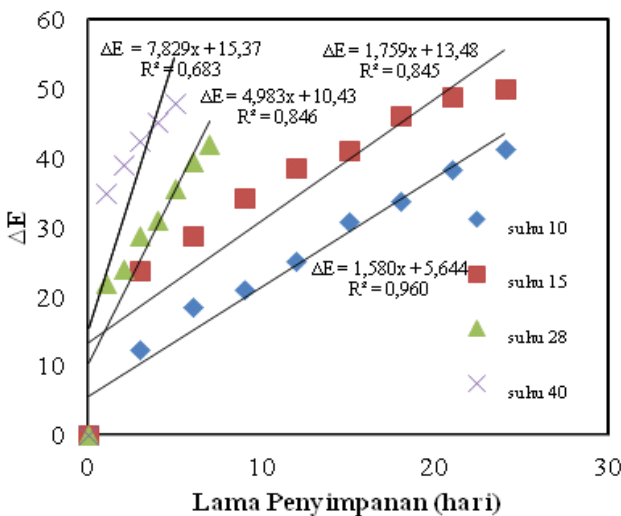
Penyimpanan pisang kepok kuning ini cukup sederhana, yaitu dengan menyimpan pisang kepok kuning dalam alat yang diatur suhu dan kelembabannya. Dimana pada awal penyimpanan pisang kepok kuning disimpan pada keadaan tua optimal. Pada suhu 10°C dan 15°C interval waktu pengukuran selama 3 hari sekali dengan lama penyimpanan 24 hari. Pada suhu 28°C interval waktu pengukuran setiap hari dengan lama penyimpanan 7 hari. Sedangkan pada suhu 40°C interval waktu pengukuran juga dilakukan setiap hari dengan lama penyimpanan 5 hari. Perbedaan interval waktu yang berbeda pada masing-masing suhu penyimpanan dikarenakan semakin tinggi suhu maka tingkat kematangan pisang kepok kuning akan semakin cepat.

Laju Perubahan Mutu Pisang Kepok Kuning Selama Penyimpanan

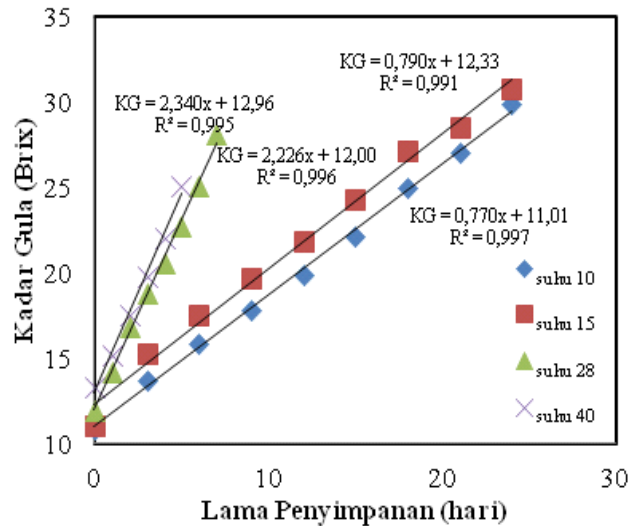
Laju perubahan mutu pisang kepok kuning merupakan gradien dari persamaan linier hubungan lama penyimpanan dengan parameter-parameter mutu. Dalam hal ini, parameter-parameter laju perubahan mutu pisang kepok kuning meliputi: laju kehilangan bobot (k_{KB}), laju total perbedaan warna ($k_{\Delta E}$) dan laju kadar gula (k_{KG}).



Gambar 1. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kehilangan bobot buah pisang kepok kuning yang disimpan pada suhu 10, 15, 28 dan 40°C



Gambar 2. Hubungan antara lama penyimpanan dengan total perbedaan warna buah pisang kepok kuning yang disimpan pada suhu 10, 15, 28 dan 40°C



Gambar 3. Hubungan antara lama penyimpanan dengan kadar gula buah pisang kepok kuning yang disimpan pada suhu 10, 15, 28 dan 40°C

Gambar 1 menunjukkan grafik hubungan antara kehilangan bobot dengan lama penyimpanan maka akan diperoleh persamaan regresi. Pada suhu penyimpanan 10°C nilai k sebesar 0,875 dan koefisien korelasi (r) 0,95. Suhu penyimpanan 15°C nilai k sebesar 0,940 koefisien korelasi (r) 0,90. Suhu penyimpanan 28°C nilai k sebesar 2,370 koefisien korelasi (r) 0,92. Sedangkan pada suhu penyimpanan 2,890 koefisien korelasi (r) 0,88. Semakin besar suhu penyimpanan maka laju kehilangan bobot (k_{KB}) akan semakin besar, sehingga masa kadaluwarsa pisang kepok kuning semakin pendek atau cepat.

Gambar 2 menunjukkan grafik hubungan antara total perubahan warna dengan lama penyimpanan maka akan diperoleh persamaan regresi, nilai k dan koefisien korelasi (r). Pada suhu penyimpanan 10°C nilai k sebesar 1,580 koefisien korelasi (r) 0,92. Suhu penyimpanan 15°C nilai k sebesar 1,759 koefisien korelasi (r) 0,71. Suhu penyimpanan 28°C nilai k sebesar 4,983 koefisien korelasi (r) 0,72. Sedangkan pada suhu penyimpanan 40°C nilai k sebesar 7829 koefisien korelasi (r) sebesar 0,47. Semakin besar suhu penyimpanan maka laju total perbedaan warna ($k_{\Delta E}$) akan semakin besar. Artinya terjadi perubahan warna semakin besar dari kondisi awal.

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan kadar gula dengan lama penyimpanan maka akan diperoleh persamaan regresi, nilai k dan koefisien korelasi (r). Pada suhu penyimpanan 10°C persamaan nilai k sebesar 0,770 dan koefisien korelasi (r) 0,99. Suhu penyimpanan 15°C nilai k sebesar 0,790 dan koefisien

korelasi (r) 0,98. Suhu penyimpanan 28°C nilai k sebesar 2,226 dan koefisien korelasi (r) 0,99. Sedangkan pada suhu penyimpanan 40°C nilai k sebesar 2,340 dan koefisien korelasi (r) 0,99. Semakin besar suhu penyimpanan maka laju kadar gula (k_{KG}) akan semakin besar, sehingga kadar gula pada pisang kepok kuning akan semakin manis.

Korelasi Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter Mutu Pisang Kepok Kuning

Berdasarkan penelitian didapatkan hasil dari laju penurunan parameter mutu fisik pisang kepok kuning pada masing-masing perlakuan. Adapun data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Korelasi antara suhu penyimpanan dengan parameter mutu fisik pisang kepok kuning

Parameter	Nilai k				Korelasi Suhu (T)
	10°C	15°C	28°C	40°C	
k_{KB}	0,875	0,940	2,370	2,890	0,956 **
k_L	0,841	0,861	2,649	2,698	0,952**
k_a	-0,790	-0,983	-1,708	-2,087	-0,549*
k_b	0,839	0,877	2,609	2,871	0,984**
$k_{\Delta E}$	1,580	1,759	4,983	7,829	0,947**
k_{tekstur}	-1,85	-2,072	-4,154	-6,742	-0,658*
k_{KG}	0,770	0,790	2,226	2,340	0,973**

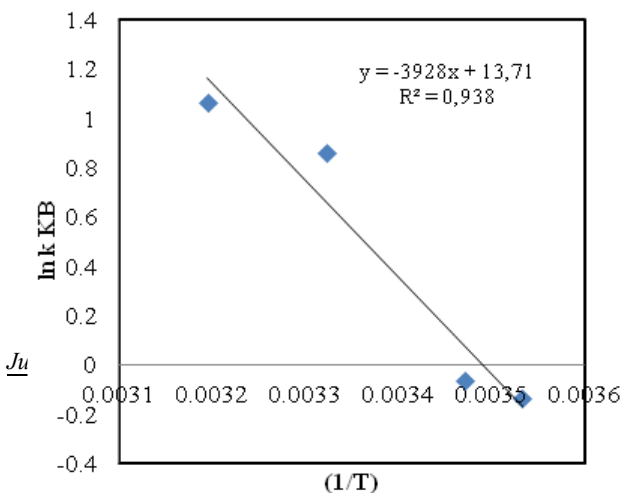
Keterangan: *korelasi signifikan pada taraf 0,05

**korelasi signifikan pada taraf 0,01

Berdasarkan Tabel 1 tersebut menunjukkan nilai korelasi yang diperoleh sangat tinggi dan sangat signifikan ditunjukkan dengan tanda bintang 2 (**) dan nilai korelasi mendekati 1 (sempurna) meliputi kehilangan bobot, parameter warna (L, a, b, dan ΔE), tekstur dan kadar gula. Pada Tabel terlihat bahwa suhu penyimpanan mempunyai korelasi yang sangat kuat terhadap laju parameter kehilangan bobot (k_{KB}), laju total perbedaan warna ($k_{\Delta E}$), dan laju kadar gula (k_{KG}). Oleh karena itu, untuk parameter tersebut akan dimodelkan mengikuti Persamaan Arrhenius. Sedangkan untuk nilai tingkat kemerahan (a) dan tekstur tidak bisa dihitung energi aktivasi (E) dan nilai konstanta laju perubahan mutu (k_0), sehingga tidak dapat dimodelkan menggunakan Model Arrhenius.

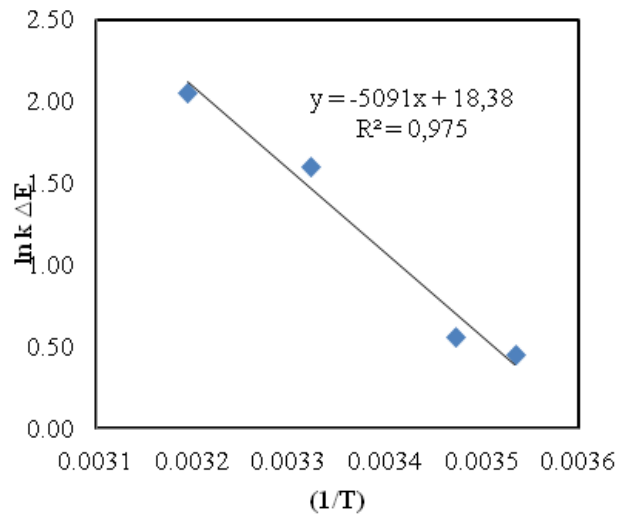
Menentukan Model Arrhenius Laju Perubahan Mutu Pisang Kepok Kuning

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa terdapat hubungan antara suhu penyimpanan dengan laju perubahan mutu yang selanjutnya dimodelkan menggunakan Persamaan Arrhenius. Nilai konstanta (k_0) dan energi aktivasi (E) diperoleh dengan cara linierisasi Persamaan Arrhenius. Laju perubahan mutu pisang

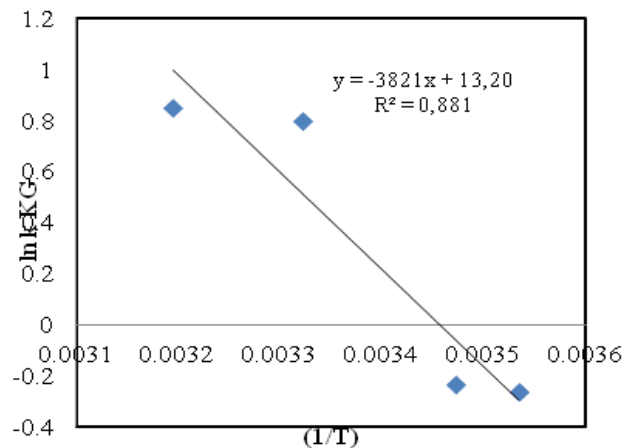


kepok kuning yang dimodelkan dengan Persamaan Arrhenius antara lain laju kehilangan bobot (k_{KB}), laju total perbedaan warna ($k_{\Delta E}$), dan laju kadar gula (k_{KG}). Gambar 4 sampai Gambar 6 merupakan hubungan antara 1/T dengan ln laju perubahan mutu pisang kepok kuning.

Gambar 4. Hubungan antara suhu penyimpanan (1/T) dengan nilai ln k kehilangan bobot buah pisang kepok kuning yang disimpan pada suhu 10, 15, 28 dan 40°C



Gambar 5. Hubungan antara suhu penyimpanan (1/T) dengan nilai ln k ΔE buah pisang kepok kuning yang disimpan pada suhu 10, 15, 28 dan 40°C



Gambar 6. Hubungan antara suhu penyimpanan (1/T) dengan nilai ln k KG buah pisang kepok kuning yang disimpan pada suhu 10, 15, 28 dan 40°C

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara 1/T dengan nilai ln k kehilangan bobot menunjukkan hubungan berbanding terbalik. Besarnya nilai E yaitu 7801,01 kal/mol dengan nilai k_0 sebesar 899864,97. Pada masing-masing suhu penyimpanan 10°C, 15°C, 28°C dan 40°C diperoleh laju perubahan bobot pisang kepok kuning sebesar 0,84 g/hari; 1,07 g/hari; 1,94 g/hari; dan 3,19 g/hari.

Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan antara $1/T$ dengan nilai $\ln k_{\Delta E}$ menunjukkan hubungan berbanding terbalik. Besarnya nilai E sebesar 10110,7 kal/mol dan nilai k_0 sebesar 96013561,01. Pada suhu penyimpanan 10°C, 15°C, 28°C dan 40°C diperoleh laju perubahan bobot pisang kepok kuning sebesar 1,48/hari; 2,02/hari; 4,33/hari; dan 8,29/hari.

Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan antara $1/T$ dengan nilai $\ln k$ kadar gula menunjukkan hubungan berbanding terbalik. Besarnya nilai E sebesar 7588,51 kal/mol dan nilai k_0 sebesar 540364,94. Pada suhu penyimpanan 10°C, 15°C, 28°C dan 40°C diperoleh lamanya laju perubahan kadar gula pisang kepok kuning selama 0,74 Brix/hari; 0,93 Brix/hari; 1,66 Brix/hari; dan 2,70 Brix/hari.

Berikut ini merupakan persamaan laju perubahan mutu pisang kepok kuning meliputi laju kehilangan bobot (k_{KB}), laju total perbedaan warna ($k_{\Delta E}$), dan laju kadar gula (k_{KG}).

Tabel 2. Persamaan laju perubahan mutu pisang kepok kuning

Laju perubahan mutu	Model
Laju Kehilangan Bobot (k_{KB}) (gr/hari)	$k = 899864,97.e^{-3928/T}$
Laju Total Perbedaan Warna ($k_{\Delta E}$) (1/hari)	$k = 96013561,01.e^{-5091/T}$
Laju Kadar Gula (k_{KG}) (brix/hari)	$k = 540364,94.e^{-3821/T}$

KESIMPULAN

Parameter mutu pisang kepok kuning pada suhu penyimpanan 10°C dengan kehilangan bobot 23,64 g; total perbedaan warna (ΔE) 41,1; tekstur 9 kg/cm; dan kadar gula 29,88 Brix. Suhu penyimpanan 15°C kehilangan bobot 25,62 g; ΔE 49,4; tekstur 12 kg/cm; dan kadar gula 30,82 Brix. Suhu penyimpanan 28°C kehilangan bobot 18,59 g; ΔE 42,4; tekstur 41 kg/cm; dan kadar gula 28,15 Brix. Sedangkan pada suhu penyimpanan 40°C kehilangan bobot 15,94 g; ΔE 47,0; tekstur 48 kg/cm; dan kadar gula 25,10 Brix.

Laju perubahan mutu pisang kepok kuning dengan menggunakan model Arrhenius untuk laju kehilangan bobot (k_{KB}) diperoleh persamaan $k = 899864,97.e^{-3928/T}$; laju total perbedaan warna ($k_{\Delta E}$) $k = 96013561,01.e^{-5091/T}$ dan laju kadar gula (k_{KG}) $k = 540364,94.e^{-3821/T}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Sutarsi dan Bapak Setiyo Harri yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Budiyati, S dan Haryani, K. 2004. *Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Vitamin C Pada Pembuatan Tepung Tomat. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses 2004*. ISSN: 1411 – 4216

Mattjik, A. N dan Sumertajaya, I. M. 2006. *Rancangan Percobaan*. Bogor: IPB Press

Pantastico, ER. B. 1975. *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub Tropical Fruits and Vegetables*. Penerjemah: Kamariyani. Yogyakarta: Gajah Mada University Press

Pujimulyani, D. 2009. *Teknologi Pengolahan Sayur-Sayuran dan Buah-Buahan*. Yogyakarta: Gaha Ilmu

Susanto dan Saneto. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya: PT. Bina Ilmu

Syarif, R. 1992. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Triningum, K.S. 1990. *Pengaruh Pelapisan Gel pati Dari Berbagai Jenis Pati Pada Berbagai Konsentrasi Terhadap Sifat Fisiologis Jeruk Siam (Citrus nobilis L.) Selama Penyimpanan*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Winarno dan Aman. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Jakarta: Bina Aksara