

Pendugaan Waktu Kedaluwarsa Pendistribusian Manisan Salak Menggunakan Metode Q_{10}

Prediction of Distribution Expired Time of Snake Fruit Candy Using Q_{10} Method

Ida Ayu Mas Oceanic, Ida Bagus Putu Gunadnya dan I Wayan Widia
Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Email : bdayoce@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan parameter mutu, menentukan parameter mutu kritis dan menduga waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak menggunakan metode Q_{10} . Manisan salak disimpan pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda, yaitu 35, 45 dan 55°C selama 20 jam. Setiap ruang penyimpanan diisi dengan 126 sampel manisan salak dan dilakukan pengukuran setiap 4 jam sekali terhadap parameter tekstur secara objektif dan aroma, warna serta rasa secara subjektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka nilai parameter tekstur semakin meningkat, yaitu dari rata-rata 7,06 N menjadi rata-rata 250,20 N. Sementara itu, skor uji organoleptik parameter aroma menunjukkan penurunan dari rata-rata 4,13 menjadi rata-rata 1,00. Skor uji organoleptik parameter warna juga menunjukkan penurunan dari rata-rata 4,93 menjadi rata-rata 1,00. Demikian pula skor uji organoleptik parameter rasa juga menunjukkan penurunan yaitu dari rata-rata 4,67 menjadi rata-rata 1,00. Parameter mutu kritis manisan salak adalah parameter mutu rasa dan penurunan mutunya mengikuti orde reaksi 1. Nilai faktor percepatan reaksi penurunan mutu (Q_{10}) dari parameter mutu rasa pada suhu basis 45°C yaitu 1,94. Dengan menggunakan nilai Q_{10} diduga waktu kedaluwarsa manisan salak yang disimpan pada suhu pendistribusian 15, 25, 35, 45 dan 55°C berturut-turut yaitu 220 jam (9,19 hari), 114 jam (4,73 hari), 58 jam (2,44 hari), 30 jam (1,25 hari) dan 15 jam (0,65 hari).

Kata kunci: waktu kedaluwarsa pendistribusian, manisan salak, mutu kritis, metode Q_{10} .

Abstract

This study aimed to determine the change of quality parameters, to determine the critical quality parameter and to predict the distribution expired time of snake fruit candy using Q_{10} method. Snake fruit candy was stored at three different storage temperatures, namely 35, 45 and 55°C for 20 hours. Each storage room was loaded with 126 candies and observation was done every 4 hour on parameters of texture, aroma, color and flavor of the candy. The results showed that the longer the storage, the value of candy texture increased from an average of 7,06 N to 250,20 N. Meanwhile, the score of aroma of candy decreased from an average of 4,13 to 1,00. The score of color also decreased from an average of 4,93 to 1,00. The same phenomenon was also observed on flavor of candy which decreased from an average of 4,67 to 1,00. The critical quality parameter of the snake fruit candy was flavor which followed the first reaction order. The Q_{10} of the flavor deterioration was determined at the basic temperature of 45°C and it was found its value was 1,94. By using Q_{10} , it was predicted that distribution expired time of snake fruit candy stored at temperature distribution of 15, 25, 35, 45, and 55°C was 220 hours (9,19 days), 114 hours (4,73 days), 58 hours (2,44 days), 30 hours (1,25 days), and 15 hours (0,65 day), respectively.

Keywords: distribution expired time, snake fruit candy, critical quality, Q_{10} method.

PENDAHULUAN

Manisan salak merupakan salah satu diversifikasi produk olahan berbahan baku buah salak yang banyak

diproduksi oleh Usaha Kecil Menengah (UKM) yang berada di Kabupaten Karangasem, Bali. Manisan salak, disamping produk manisan lainnya, merupakan salah

satu produk yang banyak dikenal dan digemari oleh masyarakat luas karena cita rasanya yang enak dan khas. Kelompok Tani Adi Guna Harapan (UKM AGH) merupakan salah satu UKM yang berada di Kabupaten Karangasem yang telah memasarkan manisan salaknya secara luas ke toko oleh-oleh yang ada di Bali.

Kendala yang dihadapi oleh UKM manisan salak adalah produk ini sangat mudah mengalami penurunan mutu selama pendistribusiannya. Sering produk UKM ditolak oleh pedagang karena mutu produk yang diserahkan tidak sesuai dengan mutu produk yang dijanjikan. Bila hal ini terus menerus terjadi maka UKM berpotensi mengalami kerugian karena produknya tidak terserap pasar. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa pendistribusian manisan salak yang umum dilakukan UKM yaitu produk diangkut dengan mobil *pick up* dan ditutupi terpal hitam. Manisan salak yang diangkut pada kondisi cuaca panas berpeluang ditolak oleh pemasar karena produk telah mengalami penurunan mutu seperti warna manisan salak telah berubah dari merah kecoklatan menjadi coklat tua. Penurunan mutu manisan salak ini diduga disebabkan oleh penutupan dengan terpal dan pengangkutan pada kondisi cuaca panas sehingga suhu produk pada mobil *pick up* menjadi tinggi.

Menurut Syarief dan Halid (1993), suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu produk pangan. Adi (2016) melaporkan bahwa parameter sensoris manisan kering pare belut seperti warna, aroma, rasa, tekstur dan penerimaan keseluruhan mengalami penurunan mutu setelah diberikan perlakuan suhu. Dari hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa perlakuan produk manisan pada kondisi penyimpanan suhu tinggi di atas suhu penyimpanan normal mempengaruhi mutu produk. Pendugaan waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak dilakukan untuk mengetahui batas waktu pendistribusian manisan salak yang masih dapat diterima oleh konsumen. Pendugaan waktu kedaluwarsa dilakukan dengan metode pendugaan umur simpan *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) yaitu dengan cara menyimpan produk pangan pada lingkungan yang menyebabkannya cepat rusak baik pada suhu atau kelembaban ruang penyimpanan yang lebih tinggi. Metode ASLT dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat dengan akurasi yang baik. Salah satu metode ASLT yang

digunakan untuk menduga umur simpan yaitu metode Q_{10} .

Metode Q_{10} merupakan metode yang digunakan untuk memperkirakan pengaruh suhu terhadap suatu reaksi dengan menggunakan perbandingan nilai konstanta laju penurunan mutu produk (k) dari dua suhu yang berbeda dengan perbedaan suhunya 10°C (Kurniawan, 2012). Metode Q_{10} memiliki konsep bahwa laju reaksi kimia akan berlipat pada peningkatan suhu tiap 10°C . Menurut Syarief dan Halid (1993), nilai Q_{10} dapat digunakan untuk menduga umur simpan produk makanan pada berbagai suhu penyimpanan. Keuntungan dari metode Q_{10} adalah dapat menduga umur simpan produk pangan pada berbagai suhu penyimpanan dengan cepat dan akurat. Dengan menggunakan konsep metode Q_{10} dalam menduga umur simpan produk makanan, waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak pada berbagai suhu pendistribusian dapat diduga dengan membandingkan nilai konstanta laju penurunan mutu produk (k) dari dua suhu pendistribusian yang berbeda, dimana selisih suhunya 10°C .

Diketahuinya waktu kedaluwarsa manisan salak dapat memberikan informasi kepada UKM mengenai batas waktu manisan salak masih dapat diterima konsumen dan suhu pendistribusian yang tidak menyebabkan kerusakan mutu manisan salak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan parameter mutu manisan salak selama penyimpanan, menentukan parameter mutu kritis dan menduga waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak menggunakan metode Q_{10} .

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pascapanen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli sampai bulan Agustus 2016.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah manisan salak yang diproduksi oleh UKM Adi Guna Harapan (AGH) sebanyak 378 sampel. Sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah TA.XT*plus Texture Analyser*, oven Kirin KBO-90M, termometer alkohol yang memiliki kisaran suhu 0°C – 110°C dan piring plastik.

Prosedur penelitian

Penyimpanan sampel menggunakan tiga oven Kirin KBO-90M yang masing-masing oven diatur suhunya menjadi 35, 45 dan 55°C. Masing-masing oven Kirin KBO-90M diisi dengan 126 sampel manisan salak. Setiap 4 jam sekali diambil 18 sampel manisan salak dari tiap oven untuk dilakukan uji tekstur dengan TA.XTplus *Texture Analyser* dan uji organoleptik terhadap aroma, warna dan rasa dilakukan dengan menggunakan 15 orang panelis. Pengukuran dan pengamatan mutu dihentikan apabila lebih dari 50% panelis menolak sampel pada salah satu perlakuan suhu penyimpanan.

Uji tekstur

Pengukuran tekstur dilakukan untuk melihat kaitan antara tingkat ketahanan manisan salak dengan perlakuan penyimpanan suhu terhadap penetrasi permukaan oleh penekanan benda tekan (*probe*). Parameter tekstur diukur dengan menggunakan TA.XTplus *Texture Analyser* dengan alat terlebih dahulu diatur ketentuannya. Pengaturan menggunakan *software texture exponent 32* dengan ketentuan: laju penetrasi 5 detik/mm, kedalaman tekanan 4 mm dan satuan diekspresikan dengan N tekanan. *Probe* berbentuk silinder dengan diameter 0,5 cm. Sampel diletakkan di atas meja pengujian kemudian dilakukan beberapa pengaturan pada program *texture exponent 32*, hasil pengujian ditunjukkan dalam bentuk grafik dan nilai yang digunakan adalah nilai pada grafik yang paling tinggi (*maximum peek*).

Uji organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan uji skoring yaitu pengujian menggunakan pendekatan skor yang dihubungkan dengan deskripsi atau atribut mutu produk. Penilaian dilakukan oleh 15 panelis yang dianggap dapat mewakili konsumen dalam memutuskan waktu kedaluwarsa manisan salak selama penyimpanan. Deskripsi skor parameter mutu sensoris aroma gula, warna dan rasa manisan salak berturut-turut sebagai berikut: skor 5 untuk “aroma gula sangat kuat, warna merah kecoklatan dan rasa asam agak manis”, skor 4 untuk “aroma gula kuat, warna coklat kemerahan dan rasa manis agak asam”, skor 3 untuk “aroma gula cukup kuat, warna coklat dan rasa manis”, skor 2 untuk “aroma gula kurang kuat, warna coklat

kehitaman dan rasa manis agak pahit”, dan skor 1 untuk “aroma gula tidak kuat, warna hitam dan rasa pahit”. Sampel manisan salak dianggap telah ditolak apabila panelis telah memberikan skor 1. Apabila manisan salak pada suatu perlakuan suhu telah ditolak oleh panelis maka pengamatan mutu dihentikan.

Pendugaan waktu kedaluwarsa pendistribusian

Metode Q_{10} mempelajari mengenai pengaruh suhu terhadap laju reaksi kimia setiap kenaikan atau penurunan suhu 10°C (Kurniawan, 2012). Laju reaksi kimia penurunan mutu bahan makanan dilihat dari tipe orde reaksi yang diikuti. Penentuan orde reaksi dilakukan dengan memplotkan masing-masing nilai rata-rata uji tekstur dan skor rata-rata parameter mutu selama penyimpanan sebagai sumbu y dan waktu penyimpanan (dalam jam) sebagai sumbu x pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda. Analisis regresi linier (dapat dilihat pada persamaan 1) dan non linier (dapat dilihat pada persamaan 2), digunakan untuk menentukan orde reaksi dari parameter manisan salak.

$$C_t = C_0 - kt \quad [1]$$

$$\ln C_t = \ln C_0 - kt \quad [2]$$

Setelah ditentukan orde reaksi, dicari nilai slope dari persamaan regresi linier atau non-linier pada masing-masing parameter mutu yang diamati. Nilai slope merupakan laju reaksi (k). Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap laju reaksi, maka nilai $\ln k$ diplotkan dengan $1/T(K^{-1})$ menghasilkan persamaan 3.

$$\ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T) \quad [3]$$

Nilai intersep dari persamaan 3 mempresentasikan nilai $\ln k_0$ dan nilai slope mempresentasikan nilai E_a/R . Dari nilai slope dapat dicari nilai energi aktivasi dari masing-masing parameter mutu yang diamati dengan mengkalikan nilai slope dengan konstanta gas ideal (R) yaitu 1,986 kal/mol.K. Parameter mutu kritis ditentukan menurut kriteria perubahan mutu dengan energi aktivasi (E_a) terendah (Kusnandar, 2011). Dengan nilai intersep pada persamaan 3 dapat dicari nilai k_0 . Nilai k_0 dimasukkan dalam persamaan 4 atau persamaan konstanta Arrhenius sehingga menjadi seperti berikut ini:

$$k = k_0 \cdot e^{(-E_a/RT)} \quad [4]$$

Dari persamaan Arrhenius tersebut dapat dihitung konstanta laju reaksi (k) pada suhu (T) penyimpanan tertentu. Waktu kedaluwarsa manisan salak pada perlakuan suhu penyimpanan dapat diduga dengan persamaan 5 apabila reaksi mengikuti orde reaksi 0

atau persamaan 6 apabila reaksi mengikuti orde reaksi 1.

$$t = \frac{C_0 - C_t}{k} \quad [5]$$

$$t = \frac{\ln C_0 - \ln C_t}{k} \quad [6]$$

Waktu kedaluwarsa manisan salak pada berbagai suhu pendistribusian dapat diduga dengan mencari nilai faktor percepatan reaksi penurunan mutu (Q_{10}) dengan persamaan 7.

$$Q_{10} = e^{\left[-\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T+10} - \frac{1}{T}\right)\right]} \quad [7]$$

Setelah nilai faktor penurunan mutu (Q_{10}) diperoleh, pendugaan waktu kedaluwarsa pada berbagai suhu pendistribusian dapat diduga dengan persamaan 8 (Shaheen, 2005).

$$t_{s(T2)} = \frac{t_{s(T1)}}{\left(\frac{T2-T1}{10}\right)^{Q_{10}}} \quad [8]$$

Keterangan:

- C_t : nilai parameter mutu setelah penyimpanan
- C_0 : nilai parameter mutu awal
- K : konstanta laju reaksi
- t : waktu (jam)
- E_a : Energi aktivasi (kal/mol)
- R : konstanta gas yang nilainya 1,986 (kal/mol.K)
- T : suhu absolut (K)
- Q_{10} : faktor percepatan penurunan mutu
- $t_{s(T1)}$: waktu kedaluwarsa pada suhu basis (jam)
- $t_{s(T2)}$: waktu kedaluwarsa pada suhu yang diduga (jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

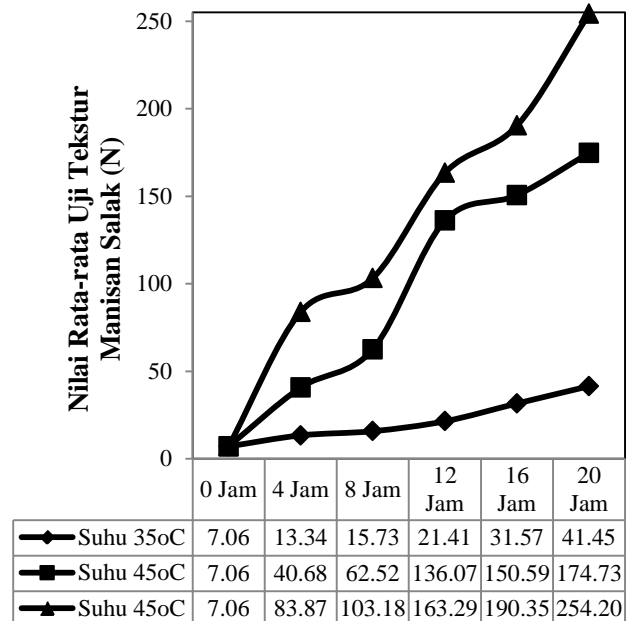
Karakteristik manisan salak

Manisan salak diperoleh dari UKM Adi Guna Harapan (AGH). Proses pembuatan manisan salak yang dilakukan UKM AGH dimulai dari persiapan bahan dengan cara memilih buah salak grade B dan C yang masih mengkal atau hampir matang, kemudian buah salak dikupas kulit luarnya dan kulit arinya. Selanjutnya, buah salak dipotong menjadi dua bagian dan dihilangkan bijinya. Rasio perbandingan antara komposisi buah salak dan gula yakni 5:1. Buah salak yang sudah dicuci bersih dimasak bersamaan dengan gula pasir selama 2,5 jam. Setelah buah salak berwarna merah kecoklatan, buah salak ditiriskan selama 24 jam. Proses akhir dari pembuatan manisan salak adalah pengeringan. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 1 jam. Karakteristik manisan salak yang digunakan

untuk sampel penelitian yaitu memiliki diameter sampel 3-4 cm, warna merah kecoklatan, tekstur agak keras dan aroma gula kuat.

Perubahan parameter tekstur manisan salak

Nilai parameter tekstur manisan salak diperoleh dari pengujian tekstur dengan TA.XTplus Texture Analyser setiap 4 jam selama 20 jam pada 3 suhu penyimpanan berkisar 7,06 N-250,20 N. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka nilai parameter tesktur semakin meningkat, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai rata – rata parameter tekstur selama 20 jam penyimpanan.

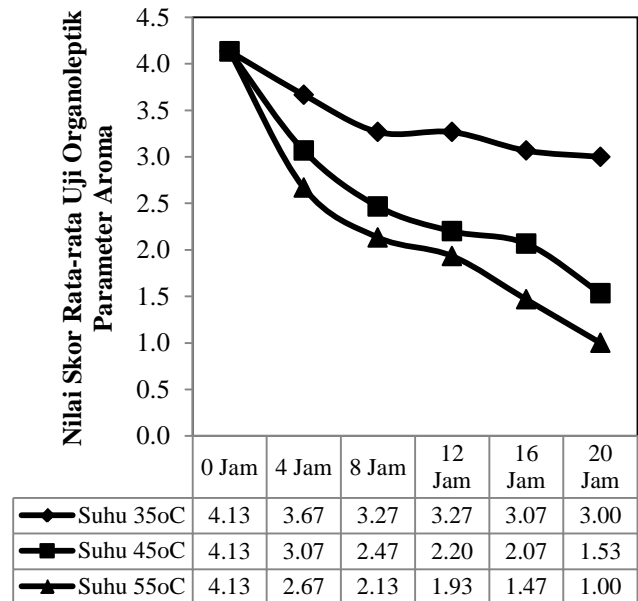
Gambar 1 menunjukkan pada awal penyimpanan, nilai rata-rata parameter tekstur yang disimpan pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda adalah 7,06 N. Nilai rata-rata parameter tekstur pada akhir penyimpanan berkisar dari 41,45 N – 254,20 N. Peningkatan nilai rata-rata parameter tekstur diakibatkan oleh proses pemanasan (penyimpanan manisan salak pada suhu tinggi) menyebabkan kandungan air yang ada pada bahan cenderung banyak yang menguap. Semakin lama waktu yang digunakan, energi yang dikeluarkan oleh media pemanas (oven) semakin besar sehingga air yang teruapkan akan semakin banyak pula (Rolls, 2011).

Sarastuti dan Yuwono (2015) menyatakan bahwa selama penyimpanan terjadi kontak antara bahan dengan lingkungan untuk mencapai kesetimbangan air. Jika kelembapan relatif udara lebih tinggi dibandingkan kelembapan relatif bahan pangan maka bahan tersebut akan menyerap air (adsorpsi), begitu pula sebaliknya jika kelembapan relatif udara lebih rendah dari kelembapan relatif bahan maka bahan akan menguapkan air yang dikandungnya. Oleh karena itu nilai tekstur manisan salak menjadi tinggi (semakin keras).

Proses penguapan air yang berjalan cepat pada suhu tinggi menyebabkan kadar air bahan menjadi semakin rendah. Fitriani (2008) melaporkan bahwa suhu berpengaruh nyata terhadap kadar air manisan belimbing wuluh kering. Manisan belimbing wuluh kering dengan suhu pengeringan 75°C menghasilkan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan suhu 85°C dan 90°C. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tingginya suhu maka semakin banyak molekul air yang menguap dari manisan belimbing wuluh yang dikeringkan sehingga kadar air yang diperoleh semakin rendah. Sejalan dengan pendapat Winarno *et al.* (1980), dimana semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat terjadi penguapan, sehingga kandungan air di dalam bahan semakin rendah. Kadar air produk manisan salak yang mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan, menyebabkan produk mengerut dan hanya tersisa bagian padatan keringnya yang memiliki tekstur kuat dan keras.

Perubahan parameter aroma manisan salak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai skor rata – rata uji organoleptik parameter aroma yang disimpan pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda selama 20 jam berkisar antara 4,14-1,00 sebagaimana yang ditunjukkan Gambar 2.

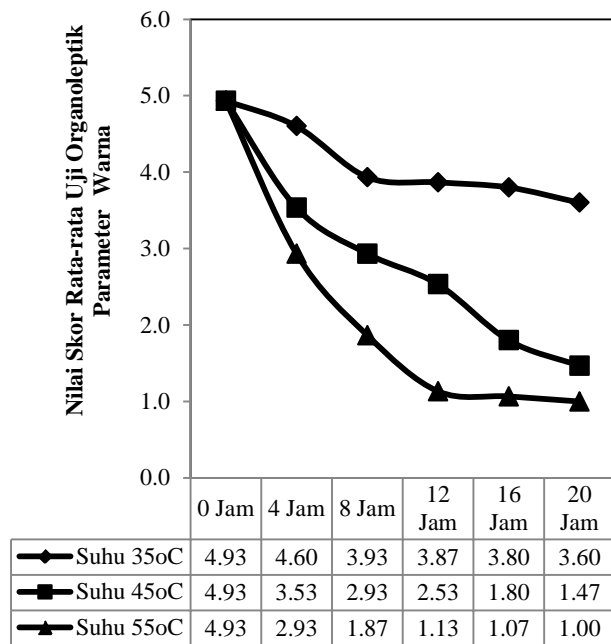


Gambar 2. Nilai skor rata – rata uji organoleptik parameter aroma selama 20 jam penyimpanan.

Karamelesasi akan terjadi dengan mudah apabila gula dipanaskan tanpa air dengan panas tinggi (Winarno, 2004). Karamel merupakan substansi yang memberikan rasa manis pada manisan salak dan memberi warna coklat, apabila terlalu lama memperoleh paparan panas akan berubah menjadi gosong (hitam) dengan rasa pahit dan aromanya menjadi sangit.

Perubahan parameter warna manisan salak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai skor rata – rata uji organoleptik parameter warna yang disimpan pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda selama 20 jam berkisar antara 4,93-1,00 sebagaimana yang ditunjukkan Gambar 3.

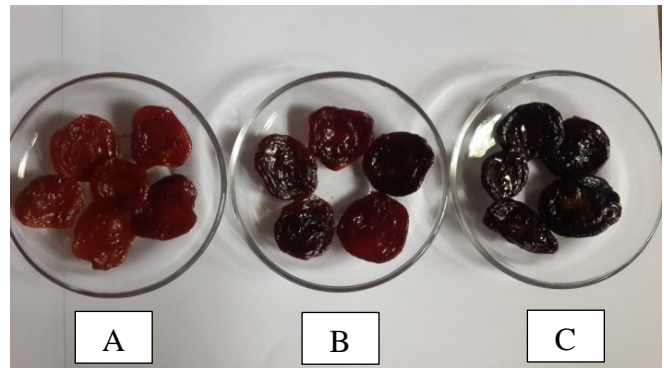


Gambar 3. Nilai skor rata – rata uji organoleptik parameter warna selama 20 jam penyimpanan.

Pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa terjadi degradasi warna manisan salak yang diamati secara berkala selama 20 jam pada tiga kondisi penyimpanan yang berbeda. Warna manisan salak pada awal penyimpanan memiliki skor sebesar 4,93 dimana warna berada pada deskriptif merah kecoklatan dan coklat kemerahan. Pada penyimpanan selama 20 jam dan pada suhu 55°C, warna manisan salak berubah menjadi hitam pekat. Degradasi warna manisan salak berjalan semakin cepat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan dan meningkatnya suhu penyimpanan. Warna manisan salak pada akhir penyimpanan di tiga suhu penyimpanan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.

Perubahan warna manisan salak ini diduga disebabkan oleh reaksi pencoklatan non-enzimatis seperti reaksi Maillard dan karamelisasi yang sering terjadi selama pemanasan (perlakuan pada suhu tinggi). Reaksi Maillard sendiri adalah suatu reaksi antara gugus amino dari suatu asam amino bebas residu rantai peptide atau protein dengan gugus karbonil dari suatu karbohidrat apabila keduanya dipanaskan atau dalam penyimpanan dalam waktu yang lama (G, 2014). Reaksi ini membawa efek positif dalam menciptakan warna, aroma yang khas dan rasa yang disukai. Namun, apabila produk pangan disimpan pada suhu

tinggi dan dalam waktu yang lama maka menyebabkan reaksi Maillard berjalan cepat. Hal ini dapat memberikan efek negatif seperti produk menjadi gosong (hitam).

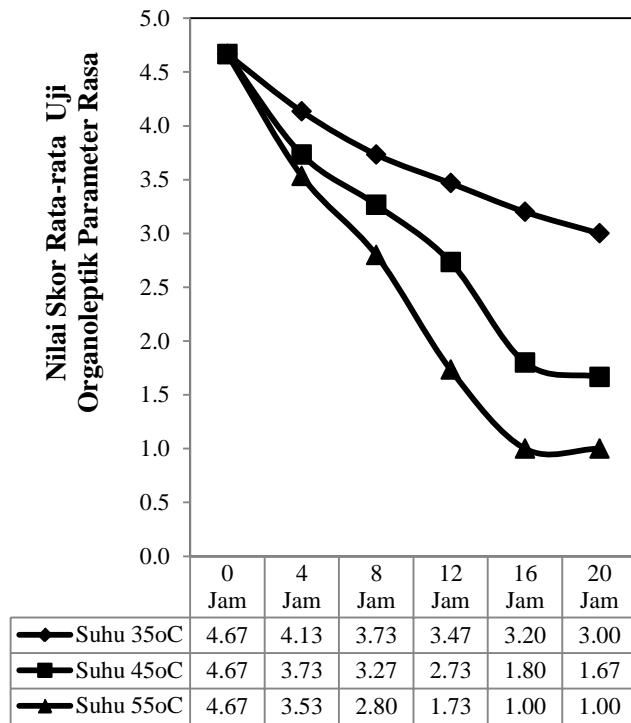


Gambar 4. Warna manisan salak pada akhir penyimpanan suhu (A) 35°C, (B) 45°C dan (C) 55°C.

Sarastuti dan Yuwono (2015) menyatakan bahwa pengovenan dan pemanasan memicu proses karamelisasi yang menyebabkan degradasi warna produk. Kandungan gula yang terdapat pada manisan salak mendapatkan perlakuan panas menyebabkan gula menjadi karamel yang berwarna coklat. Apabila proses karamelisasi terus berlangsung menyebabkan karamel menjadi gosong sehingga penampakan produk menjadi berwarna hitam pekat (gelap). Menurut Markakis (1982), terjadinya degradasi warna produk akibat penyimpanan pada suhu tinggi disebabkan oleh terjadinya dekomposisi antosianin dari bentuk aglikon menjadi kalkon (tidak berwarna) dan akhirnya membentuk alfa diketon yang berwarna coklat. Hal senada juga diperoleh dari penelitian Sutrisno (1987) yang menyatakan bahwa suhu dan lama pemanasan menyebabkan terjadinya dekomposisi dan perubahan struktur pigmen sehingga terjadi pemucatan.

Perubahan parameter rasa manisan salak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai skor rata – rata uji organoleptik parameter rasa yang disimpan pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda selama 20 jam berkisar antara 4,67-1,00 sebagaimana yang ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 5. Nilai skor rata – rata uji organoleptik parameter warna selama 20 jam penyimpanan.

Pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa terjadi penurunan parameter rasa dari manisan salak yang disimpan selama 20 jam pada tiga kondisi penyimpanan yang berbeda. Rasa manisan salak pada awal penyimpanan memiliki skor sebesar 4,67 dimana rasa berada pada kriteria asam agak manis dan manis agak asam. Pada penyimpanan jam ke-20 dan suhu 55°C, rasa pada manisan salak sudah pahit. Penurunan mutu rasa manisan salak berbanding lurus dengan lamanya waktu penyimpanan dan meningkatnya suhu penyimpanan. Menurunnya nilai rasa manisan salak diduga berkaitan dengan reaksi Maillard dan atau reaksi karamelisasi.

Sarastuti dan Yuwono (2015) menyebutkan bahwa reaksi Maillard adalah reaksi antara gugus amino dari suatu asam amino bebas residu rantai peptide atau protein dengan gugus karbonil dari suatu karbohidrat apabila keduanya dipanaskan atau dalam penyimpanan pada waktu yang lama. Reaksi ini membawa efek positif dalam menciptakan warna, aroma yang khas dan rasa yang disukai. Namun, apabila produk pangan

disimpan pada suhu tinggi dan dalam waktu yang lama maka menyebabkan reaksi Maillard akan berjalan cepat. Hal ini dapat memberikan efek negatif seperti rasa produk menjadi pahit. Proses karamelisasi juga diduga turut memengaruhi rasa manisan salak selama penyimpanan pada suhu tinggi. Karamelisasi akan terjadi dengan mudah apabila gula dipanaskan tanpa air pada suhu tinggi (Winarno, 2004). Karamel adalah substansi berasa manis dan berwarna coklat. Namun, apabila proses karamelisasi terus berlangsung maka karamel akan menjadi gosong dan rasanya menjadi pahit.

Pendugaan waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak

Penentuan orde reaksi

Laju reaksi kimia penurunan mutu bahan makanan dilihat dari tipe orde reaksi yang diikuti. Penentuan orde reaksi dilakukan dengan memplotkan masing-masing nilai rata-rata uji tekstur dan uji organoleptik parameter aroma, warna dan rasa selama penyimpanan sebagai sumbu y dan waktu penyimpanan (dalam jam) sebagai sumbu x pada tiga suhu penyimpanan yang berbeda. Analisis regresi linier (dapat dilihat pada persamaan 1) dan non linier (dapat dilihat pada persamaan 2), digunakan untuk menentukan orde reaksi dari parameter manisan salak ditunjukkan oleh Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, nilai R² persamaan regresi orde reaksi 0 pada parameter mutu tekstur lebih besar dibandingkan nilai R² persamaan regresi orde reaksi 1, maka kinetika kerusakan parameter mutu tekstur manisan salak mengikuti orde reaksi 0. Sementara parameter mutu sensoris yaitu aroma, warna dan rasa manisan salak mengikuti kinetika kerusakan mutu orde reaksi 1.

Penurunan mutu yang mengikuti orde reaksi 0 merupakan penurunan mutu yang bersifat konstan. Tipe kerusakannya meliputi reaksi kerusakan enzimatis, pencoklatan enzimatis dan reaksi oksidasi. Sedangkan tipe kerusakan produk yang mengikuti orde reaksi 1 meliputi ketengikan, pertumbuhan mikroba, *off-flavor*, kerusakan vitamin dan penurunan mutu vitamin (Wulandari, 2014).

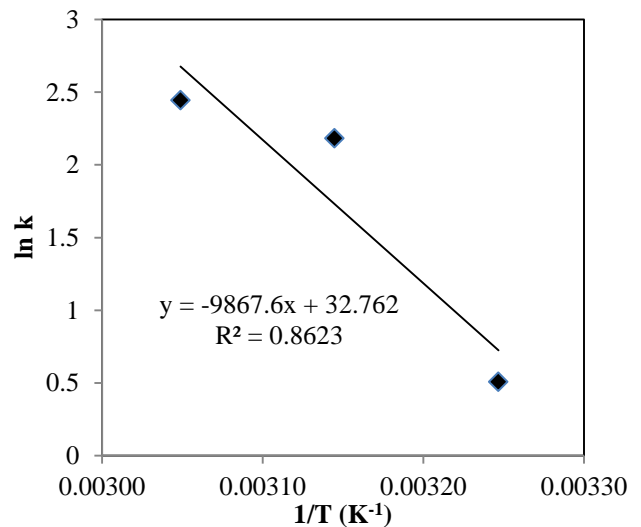
Tabel 1. Hasil analisis regresi linier dan non-linier dari masing-masing parameter mutu manisan salak

Parameter	Suhu (°C)	Persamaan Regresi		Nilai (R ²)	
		Orde Reaksi 0	Orde Reaksi 1	Orde Reaksi 0	Orde Reaksi 1
Tekstur	35	$C_t = 5,1167 + 1,6594t$	$\ln C_t = 2,0848 + 0,0839t$	0,95	0,98
	45	$C_t = 6,585 + 8,869t$	$\ln C_t = 2,6656 + 0,1482t$	0,96	0,83
	55	$C_t = 1,284 + 11,537t$	$\ln C_t = 2,9953 + 0,1488t$	0,98	0,73
Aroma	35	$C_t = 3,9333 - 0,0533t$	$\ln C_t = 1,3703 - 0,153t$	0,87	0,89
	45	$C_t = 3,7397 - 0,1162t$	$\ln C_t = 1,3443 - 0,0447t$	0,91	0,96
	55	$C_t = 3,6127 - 0,139t$	$\ln C_t = 1,1463 - 0,0681t$	0,90	0,97
Warna	35	$C_t = 4,7746 - 0,0652t$	$\ln C_t = 1,5647 - 0,0155t$	0,87	0,89
	45	$C_t = 4,5048 - 0,1638t$	$\ln C_t = 1,5607 - 0,0588t$	0,95	0,99
	55	$C_t = 4,0127 - 0,1857t$	$\ln C_t = 1,4034 - 0,0822t$	0,81	0,91
Rasa	35	$C_t = 4,5143 - 0,0814t$	$\ln C_t = 1,5149 - 0,0218t$	0,97	0,99
	45	$C_t = 4,5016 - 0,1524t$	$\ln C_t = 1,5611 - 0,0537t$	0,97	0,97
	55	$C_t = 4,3841 - 0,1929t$	$\ln C_t = 1,5853 - 0,0855t$	0,95	0,96

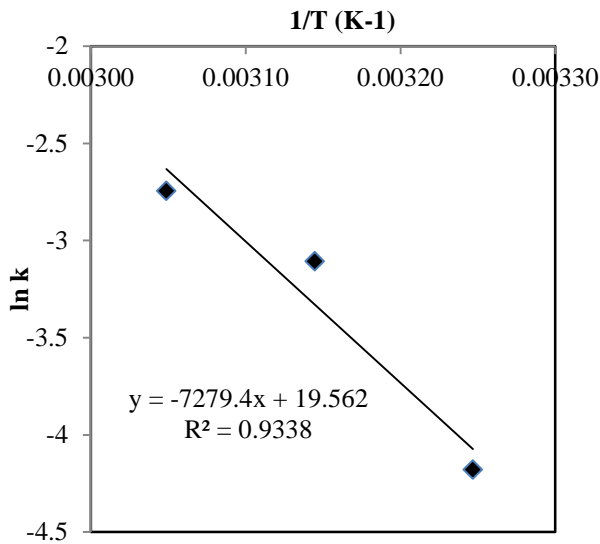
Penentuan parameter mutu kritis

Penentuan parameter mutu kritis didasarkan pada penurunan mutu produk selama masa penyimpanan. Beberapa parameter yang diamati, yaitu tekstur, aroma, warna dan rasa. Pemilihan parameter mutu kritis produk ditentukan dari nilai Energi aktivasi (E_a) terendah. Nilai E_a yang besar menunjukkan energi interaksi yang kuat, sehingga untuk memulai suatu reaksi dibutuhkan energi yang besar. Sementara dengan nilai E_a yang rendah menunjukkan bahwa hanya dibutuhkan energi yang sedikit untuk memulai suatu reaksi, suatu produk telah mengalami perubahan atau penurunan mutu yang ekstrem. Swadana (2014), menyatakan bahwa semakin rendah nilai energi aktivasi suatu reaksi akan berjalan lebih cepat, yang berarti semakin cepat pula memberikan kontribusi terhadap kerusakan produk.

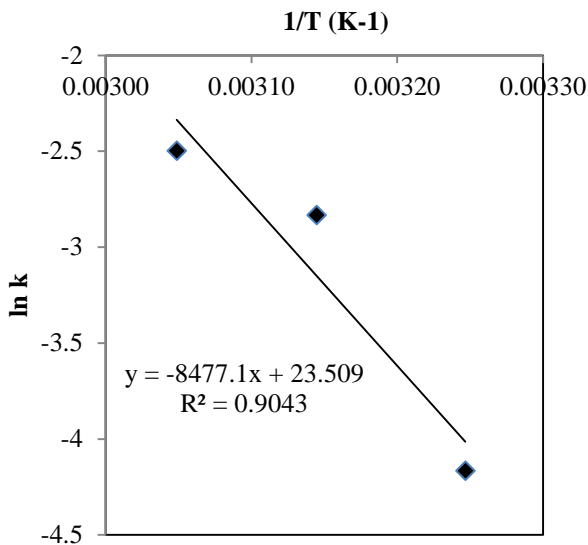
Nilai E_a diperoleh dari nilai slope yang merupakan hasil dari pemplotan nilai $\ln k$ dengan $1/T$ (K^{-1}) pada masing-masing suhu penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan manisan salak. Berikut disajikan Gambar 6, 7, 8 dan 9 yang menunjukkan grafik linierisasi dari $\ln k$ dengan $1/T$ (K^{-1}) pada parameter tesktur, aroma, warna dan rasa berturut-turut:



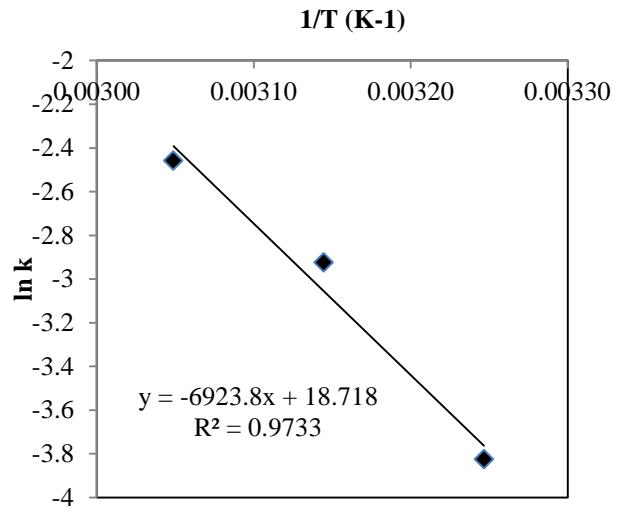
Gambar 6. Grafik linierisasi dari $\ln k$ dengan $1/T$ (K^{-1}) pada parameter tekstur.



Gambar 7. Grafik linierisasi dari $\ln k$ dengan $1/T$ (K^{-1}) pada parameter aroma.



Gambar 8. Grafik linierisasi dari $\ln k$ dengan $1/T$ (K^{-1}) pada parameter warna.



Gambar 9. Grafik linierisasi dari $\ln k$ dengan $1/T$ (K^{-1}) pada parameter rasa.

Slope dari persamaan regresi $\ln k$ dengan $1/T$ merupakan nilai energi aktivasi parameter aroma berbanding dengan konstanta gas ($1,986 \text{ kal/mol.K}$). Berikut disajikan persamaan regresi linier dari hasil pemplotan nilai $\ln k$ dengan $1/T$ (K^{-1}) dan nilai energi aktivasi (E_a) untuk setiap parameter mutu manisan salak pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Tabel 2, parameter yang digunakan sebagai parameter mutu kritis manisan salak adalah parameter rasa. Hal ini dikarenakan parameter rasa memiliki nilai energi aktivasi paling rendah diantara parameter lainnya. Persamaan regresi yang digunakan untuk menduga waktu kedaluwarsa manisan salak pada parameter rasa yaitu $\ln k = 18,718 - 6,923,8(1/T)$ dengan nilai energi aktivasi (E_a) sebesar $13.750,67 \text{ kal/mol}$ dan koefisien korelasi (R^2) = $0,97$ (sangat kuat).

Nilai E_a parameter rasa manisan salak tergolong kecil ($2-15 \text{ kkal/mol}$), yang menunjukkan bahwa nilai $\ln k$ berubah tidak terlalu besar dengan hanya perubahan beberapa derajat dari suhu, yang berarti dibutuhkan energi yang kecil untuk membuat parameter rasa manisan salak mengalami perubahan atau penurunan mutu. Jenis reaksi kerusakan yang terjadi pada parameter rasa manisan salak berdasarkan nilai energi aktivasinya, diakibatkan oleh terjadinya reaksi enzimatik, reaksi oksidasi lemak, serta kerusakan pigmen klorofil dan karotenoid (Arpah, 2001).

Tabel 2. Persamaan regresi dan nilai Ea parameter mutu manisan salak

Parameter mutu	Persamaan regresi	Energi aktivasi (kal/mol)	Orde reaksi
Tekstur manisan salak	$\ln k = 32,762 - 9.867,6(1/T)$	19.597,05	0
Aroma gula	$\ln k = 19,562 - 7.279,4(1/T)$	14.456,89	1
Warna manisan salak	$\ln k = 23,509 - 8477,1(1/T)$	16.835,52	1
Rasa manisan salak	$\ln k = 18,718 - 6.923,8(1/T)$	13.750,67	1

Pendugaan waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak

Persamaan regresi parameter rasa diubah ke persamaan konstanta Arrhenius (persamaan 4) sehingga menjadi $k = 134.624.502,8.e^{-6.923,8 (1/T)}$. Dengan dicari nilai k pada masing-masing suhu penyimpanan, waktu kedaluwarsa manisan salak dapat diduga dengan persamaan 5 dan 6. Hasil perhitungan waktu kedaluwarsa manisan salak pada suhu perlakuan ditunjukkan oleh Tabel 3. Nilai faktor percepatan reaksi (Q_{10}) ditentukan berdasarkan nilai k pada perlakuan suhu penyimpanan 45°C dan 55°C (persamaan 7). Nilai Q_{10} yang diperoleh sebesar 1,94. Nilai Q_{10} akan semakin menurun apabila digunakan nilai k pada suhu yang tinggi (suhu penyimpanan 45°C dan 55°C). Sementara itu nilai Q_{10} berbanding lurus dengan waktu kedaluwarsa.

Tabel 3. Waktu kedaluwarsa manisan salak pada suhu penyimpanan

Suhu °C	Nilai k	Waktu Kedaluwarsa (jam)	Waktu Kedaluwarsa (hari)
35	308	66	2,76
45	318	30	1,25
55	328	15	0,65

Dengan demikian pemilihan nilai berdasarkan kombinasi suhu yang lebih tinggi lebih baik dilakukan untuk mendapatkan dugaan waktu kedaluwarsa minimal. Selanjutnya nilai Q_{10} ini dapat digunakan untuk menduga waktu kedaluwarsa pada berbagai suhu penyimpanan atau $t_{s(T2)}$ (persamaan 8) dengan waktu kedaluwarsa pada suhu basis atau $t_{s(T1)}$ (45°C) yaitu 30 jam (berdasarkan Tabel 3). Hasil perhitungan waktu kedaluwarsa manisan salak pada berbagai suhu penyimpanan ditunjukkan oleh Tabel 4.

Berdasarkan hasil perhitungan waktu kedaluwarsa manisan salak pada Tabel 4, didapatkan bahwa pendugaan waktu kedaluwarsa manisan salak yang

disimpan pada suhu 45°C yang diasumsikan sebagai suhu penyimpanan selama pendistribusian yaitu 30 jam (1,25 hari). Sementara itu, waktu kedaluwarsa manisan salak yang didistribusikan pada suhu penyimpanan 15°C yaitu 220 jam (9,19 hari). Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak semakin lama dengan semakin rendahnya suhu penyimpanan selama pendistribusian. Maka daripada itu, para pelaku UKM manisan salak sebaiknya tidak mendistribusikan manisan salak pada kondisi cuaca panas atau menggunakan mobil *pick up* yang ditutupi terpal dan dianjurkan untuk menggunakan alat transportasi yang dilengkapi media berpedingin untuk meningkatkan waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak.

Tabel 4. Waktu kedaluwarsa manisan salak pada berbagai suhu pendistribusian

Penyimpanan (°C)	(Q_{10}) ^{ΔT/10}	Waktu Kedaluwarsa (Jam)	Waktu Kedaluwarsa (Hari)
15	0,14	220	9,19
20	0,19	158	6,59
25	0,26	114	4,73
30	0,37	81	3,39
35	0,51	58	2,44
40	0,72	42	1,75
45	1,00	30	1,25
50	1,39	22	0,90
55	1,94	15	0,65

KESIMPULAN DAN SARAN

Parameter mutu tekstur manisan salak mengikuti kinetika penurunan mutu orde reaksi 0 sementara parameter mutu sensoris seperti aroma, warna dan rasa mengikuti kinetika penurunan mutu orde reaksi 1 serta parameter mutu kritis manisan salak adalah parameter rasa. Sementara itu, nilai faktor percepatan

reaksi penurunan mutu (Q_{10}) untuk parameter rasa adalah 1,94. Dengan mengetahui nilai Q_{10} pada setiap peningkatan atau penurunan 10°C suhu penyimpanan selama pendistribusian, diperoleh pendugaan waktu kedaluwarsa manisan salak yang disimpan pada suhu pendistribusian 15°C , 25°C , 35°C , 45°C dan 55°C berturut-turut yaitu 220 jam (9,19 hari), 114 jam (4,73 hari), 58 jam (2,44 hari), 30 jam (1,25 hari) dan 15 jam (0,65 hari).

Waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak semakin lama dengan semakin rendahnya suhu penyimpanan pendistribusian. Maka daripada itu, para pelaku UKM manisan salak sebaiknya tidak mendistribusikan manisan salak pada kondisi cuaca panas atau menggunakan mobil *pick up* yang ditutupi terpal dan dianjurkan untuk menggunakan alat transportasi yang dilengkapi media berpendingin untuk meningkatkan waktu kedaluwarsa pendistribusian manisan salak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D.K. 2016. Pendugaan Umur Simpan dan Aktivitas Antioksidan Manisan Kering Pare Belut (*Trichosanthes anguina* L.) sebagai Camilan Sehat dengan Pemanis Sorbitol. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Arpah, M. 2001. Buku dan Monograf Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan. Program Studi Ilmu Pangan. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Fitriani, S. 2008. Pengaruh Suhu dan Lama Pengerinan Terhadap Beberapa Mutu Manisan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Kering. Jurnal SAGU. 7(1):32-37. <http://ejournal.unri.ac.id/index.php/JSG/article/viewFile/1100/1092>. Diakses tanggal: 18 Agustus 2016.
- G., C. L. 2014. *Food Coloring: The Natural Way*. Research Journal of Chemical Sciences. 4(2):87-96.
- Kurniawan, D. W. 2012. Kalkulasi Nilai Q_{10} . <https://dhadhkalkulasi-nilai-q10-compatibility-mode.pdf>. Diakses tanggal: 18 Agustus 2016.
- Kusnandar, F. 2011. Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan dengan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT). Di dalam: Steffy, M.F. dan Teti, E. 2013. Prediksi Umur Simpan Crackers Menggunakan Metode ASLT dengan Pendekatan Arrhenius. Universitas Brawijaya, Malang.
- Markakis, P. 1982. Anthocyanins as Food Additives in P. Markakis, (ed) Anthocyanins as Food Color. Academic Press. New York.
- Rolls, E.T. 2011. Taste, Olfactory And Food Texture Reward Processing in The Brain and Obesity. International Journal of Obesity. 35:550-561.
- Sarastuti, M. dan Yuwono, S. S. 2015. Pengaruh Pengovenan dan Pemanasan Terhadap Sifat-Sifat Bumbu Rujak Cingur Instan Selama Penyimpanan. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 3(2):464-475.
- Shaheen, S.M. 2005. Accelerated Stability Study of Metronidazole Infusion 100 ml. TAJ. 18(2): 118-121.
- Sutrisno, A.D. 1978. Pembuatan dan Peningkatan Kualitas Zat Warna Merah Alami yang Dihasilkan oleh *Monascus purpureus*. Didalam Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor : 1194-232.
- Swadana, W. 2014. Penentuan Umur Simpan Minuman Berperisa Apel Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) Dengan Pendekatan Arrhenius. Jurnal. Universitas Brawijaya, Malang.
- Syarief, R. dan Halid, H. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarno, F.G., Fardiaz S., dan Fardiaz, D. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wulandari, R. 2014. Pengembangan dan Pendugaan Umur Simpan Minuman Sari Tebu (*Saccharum officinarum* L) dalam Kemasan Cup Menggunakan Metode Arrhenius. Jurnal. Institut Pertanian Bogor, Bogor.