

MODEL KINETIKA DEGRADASI CAPSAICIN CABAI MERAH GILING PADA BERBAGAI KONDISI SUHU PENYIMPANAN

Kinetic Model of Capsaicin Degradation on Red Chilli Paste at Various Storage Temperature

Dharia Renate¹, Filli Pratama², Kiki Yuliati², Gatot Priyanto²

¹Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi - Muara Bulian Km. 15 Mendalo Darat, Jambi 36361
²Program Pasca Sarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Padang Selasa No. 524, Bukit Besar Palembang 30139
 Email: dhariarenate@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengkaji hubungan suhu dan lama penyimpanan terhadap degradasi *capsaicin* cabai merah giling serta menghitung energi aktivasi dan waktu simpan dengan pendekatan model persamaan *Arrhenius*. Perlakuan terdiri dari dua faktor yaitu suhu penyimpanan (20°C, 30°C, dan 40°C) serta lama penyimpanan (0, 2, 4, 6, 8 dan 10 minggu). Metode analisis untuk kadar *capsaicin* menggunakan HPLC. Analisis pendukung yaitu pH dan ukuran partikel. Data disajikan dengan grafik persamaan regresi linier dan persamaan *Arrhenius*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi suhu dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap degradasi *capsaicin* cabai merah giling, namun, pH dan ukuran partikel tidak berpengaruh secara signifikan. Semakin lama penyimpanan maka kandungan *capsaicin* semakin menurun. Kadar *capsaicin* cabai giling yang disimpan pada suhu 30°C dan 40°C pada minggu ke-empat masing masing sebesar 746,36 µg/g dan 714,19 µg/g menurun perlahan sampai pada minggu ke-10 menjadi 149,31 µg/g dan 136,77 µg/g. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa kadar *capsaicin* cabai giling yang disimpan pada suhu 20°C selama 10 minggu merupakan degradasi terendah dari 916,80 µg/g menjadi 683,81 µg/g. Laju degradasi *capsaicin* mengikuti orde satu. Persamaan *Arrhenius* untuk *Capsaicin* adalah $Y = 27,836 - 9356,3x$ ($R^2 = 0,76$) dan energi aktivasi sebesar 18581,65 kcal/mol. Penentuan umur simpan *capsaicin* mengikuti persamaan kinetika reaksi orde satu yaitu $t = \ln(A_0 - A_t)/k$, maka umur simpan *capsaicin* cabai merah giling yang disimpan pada suhu 20°C, 30°C dan 40°C berturut-turut sebesar 10,64 minggu; 8,62 minggu dan 8,45 minggu.

Kata kunci: Cabai merah giling, degradasi, *capsaicin*, ukuran partikel, kinetika reaksi

ABSTRACT

The objective of this research was to asses relationship between temperature and storage time of capsaicin degradation of red chilli paste and to measure activation energy and shelf life using the Arrhenius model. The treatments were storage temperature (20°C, 30°C, 40°C) and storage times (0, 2, 4, 6, 8, 10 weeks). Parameters analyzed were capsaicin content using HPLC method, pH, and particle size. The data was analyzed using linier regression and Arrhenius equation. The results showed that temperature condition and storage time affected capsaicin degradation of red chilli paste, unlike pH and particle size. The longer storage time the lower capsaicin content. The capsaicin content of red chilli paste stored at 30°C and 40°C in week-4 was 746,36 µg/g and 714,19 µg/g respectively, and it declined to 149,31 µg/g and 136,77 µg/g after being stored for ten weeks. Research concluded that red chilli paste stored for 10 weeks at 20°C caused the lowest capsaicin degradation from 916.8029 µg/g to 683.8097 µg/g. Degradation rate of capsaicin followed the first order reaction. Arrhenius equation for capsaicin was $Y = -9356.3x + 27.836$, ($R^2 = 0.76$), and activation energy was 18.581 kcal/mol. Shelf life determination of capsaicin followed kinetic reaction equation of the first order i.e $t = \ln(A_0 - A_t)/k$. The self life of red chilli paste stored at 20°C, 30°C and 40°C were 10.62 weeks, 8.62 weeks and 8.45 weeks respectively.

Keywords: Red chilli paste, degradation, capsaicin, particle size, kinetic reaction

PENDAHULUAN

Kebutuhan cabai merah giling sebagai bahan baku industri terus meningkat karena pihak industri pengolahan cabai merah terus berupaya membuat diversifikasi produk olahan cabai sesuai dengan selera konsumen.

Produksi cabai merah di Indonesia mengalami peningkatan selama lima tahun terakhir rata-rata sebesar 7,5% per tahun. Produksi cabai merah sebesar 695.707 ton pada tahun 2008 meningkat menjadi 954.310 ton pada tahun 2012 (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura 2013). Total kebutuhan cabai sebesar 814,06 ton/hari, dengan rincian 25,66 ton untuk konsumsi rumah tangga, 425 ton untuk warung makan, 355 ton untuk cabai merah giling dan 8,4 ton untuk cabai merah bubuk (Statistik Produksi Sayuran Indonesia, 2008). Jumlah ini bisa dijadikan indikasi adanya keterkaitan antara produksi cabai segar yang tersedia dengan peningkatan permintaan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi cabai per kapita, yang disebabkan oleh pertambahan penduduk maupun kebutuhan cabai yang meningkat.

Karakteristik mutu terutama tingkat kepedasannya diperlukan oleh pihak industri pengolahan yang mengolah bahan baku cabai merah segar menjadi saus sambal. Sebagai contoh, sambal pedas membutuhkan kepedasan berbeda dengan sambal pedas manis atau sambal sangat pedas (*hot spicy*), demikian juga kepedasan sambal bajak berbeda dengan sambal cabai untuk sarden dan rendang. Produsen produk saus sambal yang besar di Indonesia umumnya memproduksi berbagai jenis saus sambal dengan kepedasan berbeda. Perusahaan saus sambal sering menambahkan bahan baku cabai rawit dengan perbandingan tertentu pada saat pengolahan dengan tujuan untuk memodifikasi rasa pedas. Yuyun (2012) menambahkan, pengolahan saus sambal untuk kebutuhan rumah tangga belum menggunakan standar kepedasan. Bahan baku cabai rawit ditambahkan pada saus dengan tujuan untuk menambah kepedasan saus sambal. Saus sambal selanjutnya ditambahkan bahan pewarna sintetik seperti *carmoisine* atau *sunset yellow* agar warna lebih menarik. Oleh karena itu, mutu produk saus sambal bervariasi pada setiap tahap distribusinya, dikhawatirkan akan berpengaruh terhadap keseragaman standar mutu produk saus sambal yang diproduksi.

Kepedasan merupakan salah satu indikator mutu cabai merah yang dicerminkan oleh kandungan *capsaicin*. *Capsaicin* adalah senyawa utama *capsaicinoid* yang terdapat dalam buah cabai dari tanaman genus *Capsicum*. Cabai mengandung 0,1 sampai 1,5% *capsaicin* tergantung dari jenis cabai dan varietasnya serta kondisi lingkungan tempat tumbuhnya (Edmond dkk., 1983). Senyawa *capsaicinoid* terdiri dari *capsaicin*, *dihydrocapsaicin*, *nordihydrocapsaicin*, *homodihydrocapsaicin*, *homocapsaicin*, dan *vanillyl*

pelargonamide (Edmond dkk., 1983; Govindarajan, 1985; Todd dkk., 1997). *Capsaicin* merupakan komponen terbesar yaitu sebesar 69% dari total *capsaicinoid* diikuti *dihydrocapsaicin* sebesar 22%. Kandungan *homocapsaicin* dan *homodihydro capsaicin* terdapat dalam konsentrasi sangat kecil (Andrew, 1979; Govindarajan, 1985). Oleh karena itu rasa pedas pada cabai diidentikkan dengan *capsaicin*.

Cabai mengandung senyawa aktif *capsaicin* dengan rumus kimia $C_{18}H_{27}NO_3$. Senyawa *capsaicin* memiliki kelarutan rendah dalam air tetapi larut dalam lemak, dan mudah rusak oleh proses oksidasi. *Capsaicin* terdiri dari unit vanil amin dengan asam dekanoat yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai bagian asam (Andrew, 1979).

Derajat kepedasan cabai diukur dengan satuan *Scoville*. Skala scoville mengukur konsentrasi *capsaicin* dalam cabai. Terdapat beberapa tingkat kepedasan cabai atau scoville rating yang berkisar antara 0 sampai 16.000.000 SHU (Scoville Heat Unit). Sebagai contoh *bell pepper* (termasuk juga paprika) mempunyai skala scoville 0 (nol), ini berarti *bell pepper* tidak pedas sama sekali karena tidak mempunyai zat *capsaicin* (Todd dkk., 1997). Namun cabai rawit (Thai pepper atau bird's eye pepper) atau jika di Malaysia sering disebut 'chili padi' mempunyai skala scoville 50.000 hingga 100.000 SHU.

Selama penyimpanan akan terjadi degradasi mutu cabai merah giling seperti degradasi *capsaicin*, penurunan vitamin C, perubahan warna. Degradasi *capsaicin* meningkat seiring dengan peningkatan temperatur (Ahmed dkk., 2000 dan Ahmed dkk., 2002). Proses pemanasan pada pengolahan *puree* cabai merah yang dilakukan *exhausting* pada suhu 82°C selama 10 menit dapat memperpanjang masa simpan produk 2 hingga 3 bulan (Renate, 2004). Kehilangan nilai gizi juga terjadi pada penyimpanan yang terlalu lama, terutama pada kondisi suhu kamar atau suhu panas. Pertumbuhan jamur dapat dikurangi dengan menurunkan suhu tetapi jamur juga kurang aktif di ruang yang tidak lembab atau ruangan yang kering.

Kondisi proses terhadap parameter kinetika dapat dinyatakan dengan pendekatan model kinetika maupun model matematis seperti bentuk linier, eksponensial maupun hiperbola. Suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan produk pangan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi sebagai senyawa kimia akan semakin cepat.. Untuk menentukan kecepatan reaksi kimia bahan pangan dalam kaitannya dengan perubahan suhu, Labuza (1982), menggunakan pendekatan Arrhenius.

Penelitian ini mengkaji perubahan mutu cabai merah giling dengan menghitung laju perubahan dan besarnya degradasi *capsaicin* cabai merah giling selama penyimpanan dan menghitung energi aktivasi serta menentukan waktu penyimpanan menggunakan persamaan *Arrhenius*.

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi pemasok bahan baku cabai merah dan produsen berbagai jenis saus sambal untuk standar kepedasan produknya.

METODE PENELITIAN

Model dasar kinetika secara teoritis dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{dA}{dt} = -k [A]^n \quad \dots \dots \dots (1)$$

dimana dA/dt = laju reaksi A, k = konstanta laju reaksi, $[A]$ = konsentrasi A, n = orde reaksi.

Untuk menentukan jumlah kehilangan mutu berdasarkan rumus $\ln A_t = \ln A_0 - kt$ (2)

dimana: A_t : jumlah A pada awal waktu t
 A_0 : jumlah awal A

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa dan Proses Pengolahan Hasil Pertanian serta Laboratorium UP MIPA Universitas Jambi serta Laboratorium PMM Fakultas Farmasi Universitas Indonesia, Depok pada bulan Januari sampai Juni 2013.

Bahan baku yang digunakan adalah cabai merah keriting segar varietas Tanjung berasal dari Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi serta bahan kimia ethanol 96% p.a, natrium chlorida, asam sitrat, natrium benzoat. Alat-alat yang digunakan penggiling cabai, *chopper* merk *Brawn*, *magnetic stirrer* merek *Biby Strrer* tipe B 212, pH meter merek *Hanna Instruments* tipe 711-8519, alat analisa *Thermo HPLC system*. dilengkapi *Finnigan Surveyor UFC* *Shimadzu LC-20 AD Plus* *quaternary pump*, *Surveyor photodiode array (PDA)*

detector SPD-M20A. Kondisi chromatography terdiri dari LiChrospher RP-18 column (ukuran partikel 5 μm , diameter 250 x 4.6 mm) Merck KGaA, 64271 Darmstadt (Germany), temperature kolom: 60°C, temperature sampel: 20°C, volume sampel: 20 μL , detector UV pada panjang gelombang 222 nm, fase gerak: acetonitrile : air (CH3CN) perbandingan 50:50, laju alir: 1.5 mL/min.

Perlakuan terdiri dari suhu penyimpanan (20°C, 30°C, dan 40°C) serta lama penyimpanan (0, 2, 4, 6, 8 dan 10 minggu), dua ulangan. Pelaksanaan penelitian: pertama-tama cabai merah segar disortasi kemudian dipisahkan dari tangkainya dan ditimbang seberat 150 g untuk tiap satuan percobaan, lalu dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan. Selanjutnya cabai merah diblansing dalam air bersuhu 80°C selama 3 menit. Cabai merah kemudian dihancurkan menggunakan penggiung cabai atau *chopper*. Pada saat penggilingan ditambahkan asam sitrat 0,5%, asam benzoat 0,1% dan garam 5%. Hasil penggilingan cabai merah dilakukan pemanasan 80°C selama 25 menit selanjutnya cabai giling dikemas dengan botol jar untuk disimpan dan dilakukan analisa mutunya. Metode analisa untuk kandungan *capsaicin* menggunakan HPLC (Ahmed dkk., 2002). Ekstraksi cabai giling dengan ditimbang sebanyak \pm 3,5 g (berat sample), ditambahkan ethanol 96% p.a sebanyak 10 ml, diaduk selanjutnya tabung diletakkan di waterbath pada suhu 70°C selama 4 jam. Sample diangkat dan didinginkan untuk dianalisa *capsaicin*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

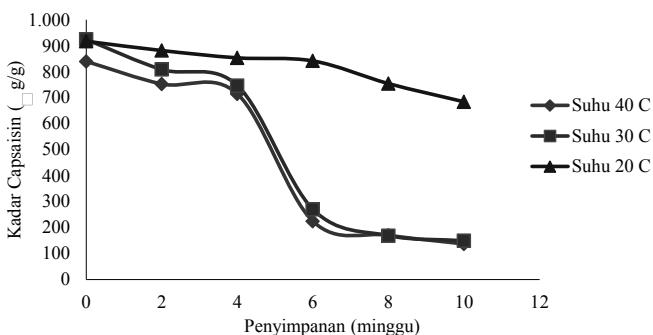
Proses pengolahan cabai merah giling dilakukan dengan pemanasan pada suhu 80°C selama 25 menit. Cabai merah giling dikemas dalam botol jar, selanjutnya cabai giling disimpan selama 10 minggu pada suhu 20°C, 30°C dan 40°C. Karakteristik mutu cabai merah giling pada awal dan akhir penyimpanan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik mutu cabai merah giling awal penyimpanan sampai minggu ke-10

Parameter mutu	Rerata nilai awal			Rerata nilai akhir		
	20°C	30°C	40°C	20°C	30°C	40°C
<i>Capsaicin</i> ($\mu\text{g/g}$)	916,80	923,55	839,07	683,81	149,31	136,77
Warna L*	38,2	39,2	37,6	36,45	36,3	27,1
a*	+18,7	+26,5	+15,8	+11,45	+9	+15,35
b*	+9,5	+10	+9	+9,95	+7,7	+5,55
ΔE	0	0	0	7,47	17,89	6,69
pH	4,41	4,41	4,42	4,05	4,03	4,12
Ukuran partikel ($\times 10^{-3}$ mm)	3,5	3,3	3,4	3,0	3,5	3,7

Kadar Capsaicin

Kadar *capsaicin* cabai merah giling pada penyimpanan suhu 20°C, 30°C, dan 40°C menunjukkan penurunan sampai akhir penyimpanan minggu ke 10, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Pada awal penyimpanan pada suhu 30°C dan 40°C, kandungan *capsaicin* cabai merah giling sebesar 923,55 µg/g dan 839,07 µg/g mengalami degradasi menjadi berturut-turut 746,36 µg/g dan 714,19 µg/g pada minggu ke-4. Selanjutnya *capsaicin* menurun tajam sampai pada minggu ke-6 dan *capsaicin* terus menurun perlahan sampai pada minggu ke-10 menjadi berturut-turut 149,31 µg/g dan 136,77 µg/g. Cabai giling yang disimpan pada suhu 20°C, maka kadar *capsaicin* menurun perlahan menjadi 683,81 µg/g pada penyimpanan minggu ke-10.



Gambar 1. Hubungan antara lama penyimpanan dan kandungan *capsaicin* cabai merah giling pada berbagai kondisi suhu penyimpanan

Kadar *capsaicin* cabai giling yang disimpan pada suhu 20°C, menurun perlahan dari 916,80 µg/g menjadi 683,81 µg/g pada penyimpanan minggu ke-10. Suhu dan lama penyimpanan mempengaruhi perubahan laju degradasi *capsaicin* cabai merah giling. Semakin tinggi suhu dan lama penyimpanan maka kadar *capsaicin* semakin turun. Fenomena ini dapat dijelaskan dari mekanisme degradasi *capsaicin* yang diawali dengan substitusi komponen molekul *capsaicin* akibat kondisi suhu dan waktu simpan sehingga membentuk zat sejenis *capsaicin* yang disebut *capsaicin analog* atau analog *capsaicin*. Bila dilihat dari struktur *capsaicin* pada gambar 1, Katritzky dkk, (2003) membagi molekul *capsaicin* menjadi tiga bagian yaitu bagian pertama cincin aromatik, bagian kedua ikatan amida dan bagian ketiga

ikatan hydrophobik. Dengan adanya panas maka cincin aromatik terutama pada ikatan posisi 3 dan 4 mudah sekali tersubstitusi kelompok phenol. Ikatan hydrophobik terutama rantai oktil dan benzyl sangat mudah tersubstitusi terutama atom C8 dan atom C9 atau yang lebih tinggi dan perubahan ini sangat berperan dalam aktivitas *capsaicinoid* (Katritzky dkk., 2003). Perubahan struktur *capsaicin* pada cincin aromatik maka rantai OH dan OCH₃ akan berikatan dengan gugus alkil dari rantai hydrophobik menyebabkan kondensasi vanillylamin sehingga terbentuk akumulasi vanillylamin dan turunan asam lemaknya menghasilkan vanillyl nonanoate, yaitu zat *analog capsaicin* yang memiliki kepedasan rendah (Castillo dkk., 2007). Degradasi *capsaicin* dengan kondisi panas dan lamanya penyimpanan menyebabkan mudahnya struktur *capsaicin* membentuk zat *analog* yang memiliki kepedasan rendah.

Berdasarkan pola degradasi *capsaicin* yang berlangsung dengan laju tidak tetap maka penentuan orde reaksi dilakukan dengan memplot data kandungan *capsaicin* terhadap waktu penyimpanan pada suhu 20°C dihasilkan garis regresi linier dengan persamaan $y = -22,263x + 932,89$ dengan koefisien korelasi R^2 sebesar 0,92. Selanjutnya memplot data \ln *capsaicin* terhadap waktu penyimpanan menghasilkan regresi linier dengan persamaan $y = -0,0121x + 2,973$ dengan koefisien korelasi R^2 sebesar 0,9062. Dengan membandingkan kedua koefisien korelasi (R^2) orde nol dan orde satu maka akan dipilih R^2 yang paling mendekati 1. Laju degradasi nilai *capsaicin* mengikuti orde satu. Hal yang sama dilakukan juga terhadap data pada suhu 30°C dan 40°C, (Tabel 2).

Reaksi orde satu (Saguy dan Karel, 1980) sebagai berikut:

Persamaan Arrhenius: $k_0 = A_0 \cdot \frac{Ea}{RT_0}$ maka $\ln k = \ln k_0 - \frac{Ea}{R} \left[\frac{1}{T} \right]$

dimana k = konstanta laju reaksi, k_0 = faktor frekuensi reaksi, R = konstanta gas (1,987 kal/g-mole K), E_a = energi aktivasi, nilainya dianggap konstan pada suhu tertentu, T = suhu mutlak (K).

Persamaan di atas dapat diubah menjadi:

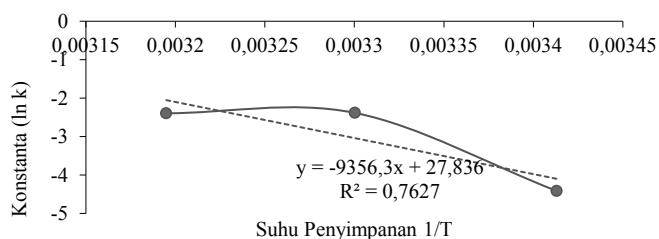
Tabel 2. Persamaan regresi linier untuk parameter *capsaicin* orde nol dan orde satu pada cabai merah giling

Suhu (K)	Persamaan regresi linier		R^2	
	Orde nol	Orde satu	Orde nol	Orde satu
293	$y = -22,26x + 932,89$	$y = -0,0121x + 2,973$	0,92	0,91
303	$y = -89,51x + 958,6$	$y = -0,092x + 3,0564$	0,90	0,91
313	$y = -82,10x + 883,3$	$y = -0,091x + 3,0174$	0,88	0,89

Tabel 3. Parameter Arrhenius perubahan *capsaicin* minimum cabai merah giling

T (°C)	T (K)	1/T	k	Ln k
20	293	0,003413	0,012	4,414549826
30	303	0,003300	0,092	2,385966702
40	313	0,003195	0,091	2,395797475

Penentuan persamaan Arrhenius pada Gambar 2 dilakukan dengan membuat plot nilai $\ln k$ dan $1/T$ pada reaksi perubahan *capsaicin*.

Gambar 2. Plot Arrhenius perubahan nilai *capsaicin* cabai merah giling selama penyimpanan

Hasil analisis regresi linier dari plot $1/T$ dan $\ln k$ pada penurunan nilai *capsaicin* didapatkan persamaan: $Y = -9356,3x + 27,836$; $E/R = 1385,48$ dan $\ln k_0 = 27,836$. Dari persamaan ini diperoleh nilai Ea (energi aktivasi) sebesar 18581,65 kal/mol, ($R =$ nilai tetapan gas 1.986 kal/mol). Energi aktivasi tersebut mempunyai arti bahwa besarnya energi minimal yang dibutuhkan molekul dalam cabai merah giling untuk menurunkan kandungan *capsaicin* sebesar 18581,65 kal/mol. Nilai k diperoleh dari $\ln k = -9356,3 (1/T) + 27,836$ ($R^2 = 0,7627$). Penentuan umur simpan *capsaicin* cabai merah giling mengikuti persamaan kinetika reaksi orde satu yaitu $t = \ln (A_0 - At)/k$, dimana $t =$ umur simpan cabai merah giling (minggu), $A_0 =$ nilai *capsaicin* diawal penyimpanan (minggu ke-0), $A_t =$ nilai *capsaicin* pada saat kerusakan (penyimpanan minggu ke- t), $k =$ konstanta penurunan *capsaicin*. Penyimpanan pada suhu 20°C maka At sebesar 683,81 μ g/g. Batas kritis kadar *capsaicin* untuk menghitung At mengacu kepada standard Codex STAN 307-2011 yaitu standard untuk perdagangan Internasional untuk kadar *capsaicin* sebesar 413,655 μ g/g (bk). Hasil perhitungan umur simpan cabai merah giling pada berbagai kondisi suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4.

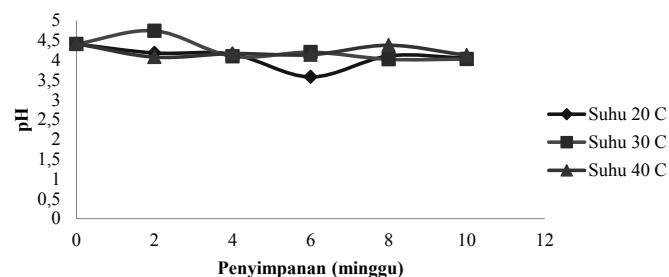
Tabel 4. Hasil perhitungan umur simpan cabai merah giling pada berbagai kondisi suhu dengan parameter *capsaicin*

Suhu (°C)	Suhu (K)	Nilai k	Umur simpan	
			Minggu	Bulan
20	293	0,012	10,64	2,66
30	303	0,092	8,62	2,15
40	313	0,091	8,45	2,11

pH, dan Ukuran Partikel

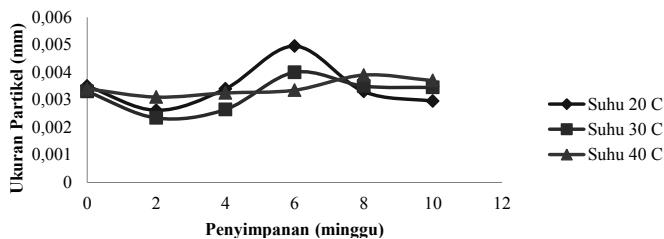
Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion hidrogen yang menggambarkan tingkat keasaman. Nilai pH merupakan parameter yang sangat penting untuk diketahui di dalam pengolahan maupun pengawetan bahan pangan karena perubahan nilai pH yang signifikan dapat merubah rasa dari suatu produk.

Cabai merah giling yang disimpan pada berbagai kondisi suhu penyimpanan memperlihatkan sedikit perubahan pH. Pada awal penyimpanan, pH cabai merah giling berkisar 4,1 sampai 4,4. Pada akhir penyimpanan terjadi sedikit penurunan dengan kisaran 4,03 sampai 4,12. Nilai keasaman atau pH pada akhir penyimpanan masih dalam batas yang disyaratkan dalam proses penyimpanan bahan pangan. Menurut SNI 01-3546-1994, nilai pH saus sambal yang disyaratkan adalah 4-5.



Gambar 3. Hubungan antara lama penyimpanan dan keasaman (pH) cabai merah giling pada berbagai kondisi suhu penyimpanan

Ukuran partikel merupakan diameter partikel cabai merah giling yang berhubungan dengan kehalusan cabai merah giling dan merupakan parameter penunjang dalam penentuan mutu cabai merah giling selama penyimpanan. Selama penyimpanan dengan kondisi suhu berbeda yakni kondisi suhu ruang, suhu panas dan suhu dingin maka ukuran partikel cabai merah giling terlihat relatif konstan berkisar 3×10^{-3} mm hingga $3,7 \times 10^{-3}$ mm (Gambar 4).



Gambar 4. Hubungan antara lama penyimpanan dan ukuran partikel cabai merah giling pada berbagai kondisi suhu penyimpanan

Ukuran partikel cabai merah giling berhubungan dengan penetrasi panas pada saat pengolahan cabai merah giling. Semakin kecil ukuran diameter partikel cabai giling menyebabkan luas permukaan partikel cabai giling semakin besar dengan kata lain cabai giling semakin halus maka menyebabkan penetrasi udara panas semakin cepat. Proses pengolahan berpengaruh terhadap ukuran diameter cabai yang digiling dan berakibat berbeda ukuran partikel cabai yang dihasilkan. Tingkat kepedasan cabai merah yang diolah menjadi bubuk atau powder dengan ukuran partikel tertentu menunjukkan degradasi *capsaicinoid* berbeda (Schweiggert dkk., 2009). Bubuk cabai merah yang pengolahannya di cacah sebelum dipanaskan menyebabkan degradasi *capsaicinoid* sebesar 11,9% sedangkan bubuk cabai merah yang pengolahannya dipanaskan sebelum dicacah mengalami degradasi *capsaicinoid* sebesar 6,8%. Ukuran diameter partikel cabai merah giling diperoleh berdasarkan penggilingan cabai merah menggunakan chopper dengan waktu yang sama yaitu selama 10 menit. Selama penyimpanan ukuran diameter partikel cabai merah giling tidak mengalami perubahan yang signifikan.

KESIMPULAN

1. Kondisi suhu serta lama penyimpanan berpengaruh terhadap degradasi *capsaicin*. Cabai giling yang disimpan pada suhu 20°C selama 10 minggu menghasilkan degradasi *capsaicin* terendah dari 916,80 µg/g menjadi sebesar 683,81 µg/g.
2. Laju degradasi *capsaicin* mengikuti orde satu. Persamaan *Arrhenius* untuk *Capsaicin* adalah $Y = 27,836 - 9356,3x$ ($R^2 = 0,76$) dan energi aktivasi sebesar 18581,65 kal/mol. Penentuan umur simpan *capsaicin* mengikuti persamaan kinetika reaksi orde satu yaitu $t = \ln(A_0 - A_t)/k$, maka umur simpan *capsaicin* cabai merah giling yang disimpan pada suhu 20°C, 30°C dan 40°C berturut-turut sebesar 10,64 minggu; 8,62 minggu dan 8,45 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, J. Shivharel, U.S. dan Ramaswamy, H.S. (2002). A fraction conversion kinetic model for thermal degradation of color in red chili puree and paste. *Journal of Food Science and Technology* 3(6) : 497-5003.
- Andrew, L.T. (1979). *Contemporary Organic Chemistry*. 2nd edition. WB Sounders Co. Inc., USA.
- Ahmed, J., Shivharel, U.S. dan S. Debnath. (2002). Colour degradation and rheology of green chili puree during thermal processing. *International Journal of Food Science and Technology* 37: 57-63.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian RI (2011). *Produksi dan Konsumsi Cabai: Kebutuhan dan Peluangnya*. Jakarta.
- Castillo, E., Torres-Gavilán, A., Severiano, P., Arturo, N. dan López-Munguía, A. (2007). Lipase catalyzed synthesis of pungent capsaicin analogues. *Journal of Food Chemistry* 100: 1202-1208.
- Edmond, J.B., Senn, T.L., Andrew, F.S. dan Halfacre, F.G. (1983). *Fundamentals of Horticulture*. Mc Graw Hill Book, Co. Inc., London.
- Govindarajan, V. S. (1985). *Capsicum Production, Technology, Chemistry and Quality*. Chemical Rubber Press. Bocaraton, Florida.
- Renate, D. (2004). *Pengaruh Jenis Cabai dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Puree Cabai Merah (Capsicum annuum L.)*. Laporan Penelitian Universitas Jambi (tidak dipublikasikan).
- Katritzky, A.R., Xu, Y.J., Vakulenko, A.V., Wilcox, A.L. dan Bley, K.R. (2003). Model compounds of caged capsaicin design, synthesis, and photoreactivity. *Journal Organic Chemistry* 68: 9100-9104.
- Statistik Produksi Sayuran di Indonesia 2003-2007. (2008). *Konsumsi Perkapita Sayuran Indonesia di 2003-2007; Ketersediaan Perkapita Sayuran di Indonesia 2003-2007*. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Saguy, I. dan Karel, M. (1980). Modeling of quality deterioration during food processing and Storage. *Journal of Food Technology* 34(2): 78-85.
- Schweiggert, U., Mix, K., Schieber, A. dan Carle, R. (2009). An innovative process for the production of spices through immediate thermal treatment of the plant material. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6: 143-153.

- Schweiggert, U., Schieber, A. dan Carle, R. (2005). Inactivation of peroxidase, polyphenoloxidase and lipoxygenase in paprika and chilli powder after immediate thermal treatment of the plant material. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **6**: 403-411.
- Tood, P.H., Bensinger, M.G. dan Biftu, T. (1997). Determination of pungency due to capsicum by gas-liquid chromatography. *Journal of Food Science* **42**: 660-664.
- Yuyun, A. (2009). *Usaha Kuliner Pangan: Berbisnis Saos Sambal Home Industry*. Percetakan Surabaya. Surabaya.