

Pendugaan Umur Simpan Cabai Bubuk Fermentasi dari Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) dan Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Menggunakan Metode Akselerasi Pendekatan Labuza

The Shelf-Life Prediction of Fermented Cayenne (*Capsicum frutescens* L) and Red Pepper Chili (*Capsicum annuum* L.) Powder Using Acceleration Method Based on Labuza Approach

Mariyati Bilang¹⁾, Amran Laga¹⁾, Trinoviyani²⁾

1). Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

2). Alumni Sarjana Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan,

Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10, Makassar, 90245

Telepon/Fax/Email : (0411) 586014/(0411) 431081/0811446177

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the shelf life of pepper powders derived from cayenne and red pepper fermented spontaneously. The pepper powders packed with plastic sac of HDPE (*High Density Poly Ethelene*) type then predicted their shelf life using acceleration method based on Labuza Approach. This research was divided into two stages: a preliminary and the main research; fermentation of pepper, dried of fermented pepper, and pulverization, followed by main research to predict the shelf life fermented pepper powders with accelerated method based on the Labuza equation which was derived from data of initial moisture content, critical water content, then determined of sorption isotherm curve, also the parameters supporting to predict of shelf life. Based on the results of sorption isotherm curve, that the lowest value of Mean Relatif Deviation (MRD) indicated the appropriate equation obtained for two peppers (Cayenne and red pepper powders) were Hasley and Caurie equation with value of MRD respectively 4,70 and 2,34. Based on the results of organoleptic test (hedonic test), shows that the aroma was not accepted at 76 days for fermented of cayenne powder and 52 days for fermented of red pepper powder, that indicated the critical water content of pepper powders (0,098 g H₂O/g solid for cayenne powder and 0,132 H₂O/g solid for red pepper powder). Plotting the value of the water activity (*A_w*) to equilibrium moisture content obtained from seven chambers with different range of RH (7-90%) acquired sorption isotherm curves for both types of pepper powders. Entering of all the measured parameters (initial moisture content, critical moisture content, permeability plastic sac as packaging, dry weight, and the saturated vapor pressure) into the Labuza equation then acquired the shelf life of fermented cayenne and red pepper powders were 78 days (2,6 months) and 62 days (2,1 months) respectively.

Key words : Chili, Fermentation, Acceleration, Labuza

PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu tanaman hortikultura memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dan penting. Pentingnya cabai telah menjadi perhatian bagi pemerintah dan para petani, terutama setelah melonjaknya harga cabai beberapa tahun terakhir. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), rata-rata konsumsi cabai perkapita adalah 500 gram/tahun. Berdasarkan jumlah penduduk sebanyak 237.6 juta, berarti Indonesia membutuhkan cabai sebesar 118.800 ton per tahun (Wahyudi, 2011).

Cabai memiliki kandungan air yang sangat tinggi sekitar 90% dari seluruh kandungan total cabai, sehingga memiliki sifat yang mudah rusak. Oleh karena cabai mudah mengalami kerusakan sehingga dibutuhkan upaya untuk memperpanjang umur simpan cabai. Beberapa upaya yang dapat dilakukan sebagai alternatif untuk memperpanjang

umur simpan cabai adalah dengan cara fermentasi dan pengeringan. Cabai segar diolah dengan fermentasi dan pengeringan menjadi produk jadi ataupun setengah.

Fermentasi diartikan sebagai salah satu metode pengawetan bahan pangan dengan memanfaatkan mikroorganisme dalam meningkatkan nilai produk pangan sehingga menghasilkan cita rasa, *flavour*, dan tekstur yang baru. Fermentasi cabai dimaksudkan untuk meningkatkan mutu dan masa simpan produk tanpa menggunakan bahan kimia pengawet. Di dalam proses fermentasi dihasilkan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang dapat menghasilkan produk metabolit bermanfaat sebagai bahan pengawet. Selanjutnya bentuk bubuk cabai diperoleh setelah proses pengeringan, yaitu metode yang digunakan untuk mengeluarkan air yang terkandung di dalam cabe sehingga pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dapat dihambat.

Upaya menentukan umur simpan produk pangan selanjutnya perlu diketahui dan dianalisa terlebih dahulu. Hal ini merupakan salah satu informasi yang wajib dicantumkan oleh produsen pada label kemasan produk pangan, terkait dengan keamanan produk pangan dan untuk memberikan jaminan mutu pada saat produk sampai ke tangan konsumen. Kewajiban pencantuman masa kadaluarsa pada label pangan diatur dalam Undang-undang Pangan No 18 Tahun 2012 tentang Label dan Iklan Pangan, dimana setiap industri pangan wajib mencantumkan tanggal, bulan, dan tahun kadaluarsa (*expired date*) pada setiap kemasan produk pangan.

Semakin pesatnya perkembangan zaman hampir semua produk pangan dan olahannya bisa didapatkan secara instan di pasaran yang dilengkapi dengan informasi kadaluarsa produk pada kemasannya. Produk pangan yang mudah rusak umumnya dapat diketahui umur simpannya dengan metode pengawetan menggunakan penambahan bahan tambahan pangan seperti pengawet kimia. Tanpa kita sadari bahwa produk-produk yang mengandung pengawet kimia beresiko terhadap kesehatan konsumen dan bahkan dapat merusak fungsi organ-organ tubuh manusia.

Dari uraian tersebut diatas maka penelitian ini dilakukan untuk memprediksi umur simpan Cabai Bubuk Fermentasi dari Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) menggunakan metode akselerasi yang berdasarkan metode Labuza (1982).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Pendugaan umur simpan cabai bubuk fermentasi dari cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dan cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) dilaksanakan dalam dua tahapan yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Tahap pertama yaitu penelitian pendahuluan terdiri atas pembuatan cabai fermentasi, hingga menjadi cabai bubuk, dan tahap kedua yaitu tahap perhitungan nilai parameter umur simpan yang dilaksanakan pada bulan Maret 2015 hingga Juli 2015, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan, Laboratorium Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, dan Laboratorium Pengolahan Pangan Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas

Hasanuddin, Makassar. Serta Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: blower (pengeringan mekanik), alat pres kemasan plastik, gunting, toples kaca, pisau, lumpang, sendok, kompor, panci, baskom (wadah), oven, cawan porselen, penjepit, toples modifikasi (*humidic chambers*), termometer, timbangan, desikator, timbangan analitik.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dan cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.), glukosa teknis, plastik, kertas label, sarung tangan plastik, aluminium foil, natrium hidroksida, magnesium klorida, potasium karbonat, natrium klorida, barium klorida, aquades, plastisin, kemasan produk.

Prosedur penelitian

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan terbagi atas beberapa tahapan yaitu pembuatan cabai fermentasi, cabai kering, dan cabai bubuk.

Pembuatan Cabai Fermentasi

Prosedur pembuatan bubuk cabe fermentasi dimulai dengan bahan utama yaitu cabai merah dan cabai rawit kemudian disortasi. Cabai dicuci bersih lalu ditiriskan. Cabai merah ditimbang sebanyak 6 kg dan cabai rawit sebanyak 3 kg, kemudian ditimbang NaCl 2% b/b cabai untuk setiap sampel. Cabai merah dan cabai rawit masing-masing dimasukkan ke dalam toples dan dicampurkan dengan NaCl yang telah ditimbang. Diukur volume air yang akan dicampurkan yaitu $\pm 250\text{mL/kg}$ untuk cabai rawit dan $\pm 350\text{mL/kg}$ cabai merah, kemudian diaduk hingga rata. Sampel di dalam toples kemudian diberi pemberat dengan kantong plastik yang berisi air untuk mengurangi ruang udara dalam toples. Setelah itu toples ditutup rapat dan difermentasi pada suhu ruang $\pm 37^\circ\text{C}$ selama 24, 48, dan 72 jam. Setiap 24, 48, dan 72 jam diukur pH, TAT, Vit.C, dan kadar airnya (untuk mengetahui total padatan). Berdasarkan hasil penurunan pH dari pH 6,7 menjadi 4,23 setelah 2x 24 jam waktu fermentasi.

Preparasi Cabai Fermentasi Bubuk

Cabai merah dan cabai rawit yang telah difermentasi selanjutnya dikeluarkan dari toples dan ditiriskan. Cabai kemudian *diblanching* selama 10-15 menit dengan suhu 70-80°C untuk menonaktifkan bakteri asam laktatnya (BAL) dan mempertahankan warna cabai agar tetap segar. Cabai yang telah *diblanching* ditiriskan kembali, kemudian cabai merah dan cabai rawit dikeringkan dengan menggunakan pengering berkipas (*blower*) dengan suhu 65°C hingga diperoleh berat konstan. Cabai yang telah kering, kemudian ditepungkan dengan menggunakan grinder. Cabai kering fermentasi diayak hingga 100 *mesh*. Bubuk cabai kemudian dikemas menggunakan kemasan plastik jenis HDPE (*High Density Poly Ethelene*) secara vakum dan dilakukan analisa pendugaan umur simpan.

Penelitian Utama (Pendugaan Umur Simpan)

Penelitian pendugaan umur simpan menggunakan bubuk cabai yang diperoleh dari penepungan cabai rawit dan cabai merah kering, kemudian disimpan untuk diduga umur simpannya menggunakan pendekatan Labuza termodifikasi. Penelitian utama ini berturut-turut melalui beberapa tahap; 1) pengukuran kadar air awal, 2) pengukuran kadar air kritis, 3) penentuan kurva sorpsi isotermis, 4) penentuan model sorpsi isotermis, 5) pendugaan umur simpan dan penentuan parameter pendukung (uji warna dengan menggunakan alat kromameter) serta uji sensoris (warna dan aroma).

Kadar Air Awal (*Moustrise Initial, (Mi)*)

Prosedur pengukuran kadar air awal sampel yaitu, cawan bersih kosong dikeringkan dalam oven bersuhu kurang lebih 105°C selama satu jam. Kemudian cawan didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit dan timbang (W_1). Sejumlah 2 gram sampel (W_2) dalam cawan dimasukkan dalam oven bersuhu 105°C selama 6 jam sampai mencapai berat konstan. Setelah itu cawan yang berisi sampel didinginkan dalam desikator lalu timbang (W_3). Kadar air awal dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air Awal} = \frac{w_2 - (w_3 - w_1)}{(w_3 - w_1)} g \frac{H_2O}{g} \text{ solid} \quad (1)$$

Penentuan Kurva Sorpsi Isotermis

Penentuan kurva sorpsi isotermis dilakukan dengan preparasi larutan garam jenuh. Kemudian ditimbang sejumlah bahan kimia dan dimasukkan ke

dalam *humidic chamber*. Jumlah garam dan air yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Bahan kimia tersebut di atas diaduk dan ditambahkan sejumlah air sampai jenuh untuk menjaga kejenuhan larutan sehingga kelembaban relatif yang dihasilkan tetap dan tidak mengganggu proses sorpsi. *Humidic chamber* ditutup dan dibiarkan selama 72 jam pada kondisi suhu 30°C. Selanjutnya cabai merah dan cabai rawit yang telah dikemas masing-masing diambil 5 gram. Cabai digantungkan dalam *humidic chamber* yang berisi larutan garam jenuh. Cabai merah dan cabai rawit ditimbang bobotnya setiap 24 jam sampai diperoleh bobot yang konstant, berarti kadar air kesetimbangan telah tercapai. Cabai merah dan cabai rawit yang telah mencapai berat konstant diukur kadar airnya dengan menggunakan metode oven dan dinyatakan dalam basis kering. Kemudian dibuat kurva sorpsi isotermis dengan memplotkan kadar air dan aktivitas air keseimbangan. Aktivitas air (aW) dihitung dengan membagi RH masing-masing *humidic chambers* dengan 100.

Tabel 1. Jumlah bahan kimia dan air untuk preparasi larutan garam jenuh

No	Bahan Kimia	RH (%)	Kuantitas	
			Garam (g)	Air (mL)
1.	NaOH (H ₂ O)	7	150	85
2.	MgCl ₂ .6H ₂ O	32	200	25
3.	K ₂ CO ₃	43	200	90
4.	KI	69	200	50
5.	NaCl	76	200	60
6.	KCl	84	200	80
7.	BaCl ₂ .2H ₂ O	90	250	70

Sumber: Agus (2004).

Pengukuran Kadar Air Kritis (*Moisture critical, (Mc)*)

Kadar air kritis (Mc) ditentukan dengan menyimpan cabai merah dan cabai rawit pada kondisi RH 76% dengan menggunakan larutan NaCl jenuh. Setelah itu dilakukan uji penerimaan panelis terhadap warna, aroma dan rasa setiap 3 x 24 jam. Dan dilakukan perhitungan rata-rata skor uji penerimaan, hingga rata-rata mencapai 2 (tidak suka) ditetapkan bahwa produk telah pada kondisi kritis. Dilakukan pengukuran kadar air kritis dengan metode oven seperti yang dilakukan pada poin 1 di atas. Kemudian kadar air kritis dihitung dengan rumus: (3-1)

$$\text{Kadar Air Kritis} = \frac{(w_2) - (w_3 - w_1)}{(w_3 - w_1)} g \text{ H}_2\text{O/g solid} \quad (2)$$

Penentuan Model Sorpsi Isotermis

Penentuan model sorpsi isotermis yaitu, nilai kadar air kesetimbangan (*Moisture Equilibrium, Me*) bersama

dengan aw dimasukkan dalam model persamaan sorpsi isotermis Chen Clayton, Henderson, Hasley, Caurie, dan Oswin. Kelima model persamaan sorpsi isotermis dievaluasi nilai *Mean Relative Deviation* (MRD). Jika nilai MRD <5 maka model sorpsi isotermis tersebut dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya atau sangat tepat. Jika $5 < \text{MRD} < 10$ maka model tersebut agak tepat menggambarkan keadaan yang sebenarnya dan jika $\text{MRD} > 10$ maka model tersebut tidak tepat menggambarkan kondisi sebenarnya.

$$\text{MRD} = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{M_i - M_{pi}}{M_i} \right| \dots \dots \dots (1)$$

MRD = Mean Relative Deviation

M_i = Kadar air percobaan

M_{pi} = Kadar air hasil perhitungan

n = Jumlah data

Penentuan Parameter Pendukung

Penentuan parameter pendukung yaitu dengan menentukan nilai permeabilitas kemasan (k/x), yang diperoleh dari rujukan kepustakaan. Nilai tekanan uap jenuh (P_o) pada suhu 30°C diperoleh dari tabel Labuza. Nilai b (kemiringan kurva) diperoleh dari gradien kurva model

persamaan sorpsi isotermis yang terpilih. Nilai luas penampang (A) diperoleh dengan mengalikan dimensi kemasan. Nilai total padatan (W_s) diperoleh dengan mengoreksi berat keseluruhan sampel diperkurangkan dengan kadar air awal.

Pendugaan Umur Simpan

Semua parameter yang diukur dan ditetapkan pada tahap sebelumnya, antara lain: M_i , M_c , M_e , k/x , P_o , b , A , dan W_s diintegrasikan ke dalam persamaan Labuza sebagai berikut :

$$\theta = \frac{\ln \left(\frac{M_e - M_o}{M_e - M_c} \right)}{\frac{k}{x} \left(\frac{A}{W_s} \right) \frac{P_o}{b}} \quad (2)$$

Dengan:

θ : waktu perkiraan umur simpan (hari),

M_e : kadar air keseimbangan produk ($\text{g H}_2\text{O/g padatan}$),

M_i : kadar air awal produk ($\text{g H}_2\text{O/g padatan}$),

B : Slove kurva isotermis,

M_c : kadar air kritis ($\text{g H}_2\text{O/g padatan}$), dan

k/x : permeabilitas uap air kemasan ($\text{g/m}^2 \cdot \text{hari} \cdot \text{mmHg}$),

A : luas permukaan kemasan (m^2),

W_s : berat kering produk dalam kemasan (g padatan),

P_o : tekanan uap jenuh (mmHg).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Fermentasi Cabai

Pembuatan cabai fermentasi dilakukan dengan penambahan konsentrasi garam masing-masing sebesar 2 % sebagai sumber awal bagi pertumbuhan mikroba ditambahkan air mineral bersih $\pm 24\%$ kemudian disimpan dalam toples kaca untuk difermentasi selama 2 kali 24 jam. Hasil pengujian total asam tertitiasi yang diperoleh dari penelitian pendahuluan pada pembuatan cabai fermentasi dengan bahan utama cabai rawit yaitu 0,48% dan cabai merah yaitu 0,30%. Hasil pengukuran pH pada cabai rawit adalah 4,23, dan pada cabai merah adalah 4,20. Penurunan pH dan peningkatan total asam laktat disebabkan adanya bakteri asam laktat selama proses fermentasi berlangsung. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amin dan Leksono (2001), menjelaskan bahwa Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Aktifitas bakteri asam laktat yang menurunkan pH lingkungan dari 3 menjadi 4,5.

Pengeringan dan Pembubukan Cabai

Sebelum dikeringkan cabai diblansing pada suhu 80°C selama 10 menit yang bertujuan untuk menginaktifkan sebagian besar mikroba pembusuk yang tidak diharapkan tumbuh di dalam cabai fermentasi serta memperbaiki kualitas cabai dari segi warna dan nutrisi. Hal ini sesuai pernyataan Anonim (2011), bahwa tujuan utama blansing ialah menginaktifkan enzim diantaranya enzim peroksidase dan katalase, dan sebagian dari mikroba yang ada dalam bahan. Selain itu, Kusdibyo dan Musadda (2000), mengatakan bahwa perlakuan blansing dengan media air pada suhu $80-90^\circ\text{C}$ selama 10 menit dapat meningkatkan kecerahan warna, nutrisi dan tekstur. Cabai yang telah difermentasi selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan alat pengering berkipas (*blower*) menggunakan suhu 65°C untuk menguapkan sebagian besar kandungan air cabai.

Penelitian Utama

Penelitian utama adalah pendugaan umur simpan menggunakan metode akselerasi berdasarkan persamaan Labuza (1982). Prinsip utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah menentukan kadar air kesetimbangan (M_e) cabai bubuk fermentasi yang disimpan pada berbagai kelembaban relatif (RH, *Relative Humidity*) yang kemudian menghasilkan kurva sorpsi isotermis. Selanjutnya kurva sorpsi isotermis digunakan untuk mengetahui pola penyerapan uap air dari lingkungan,

sehingga umur simpan dapat diduga menggunakan persamaan Labuza.

Kadar Air Awal

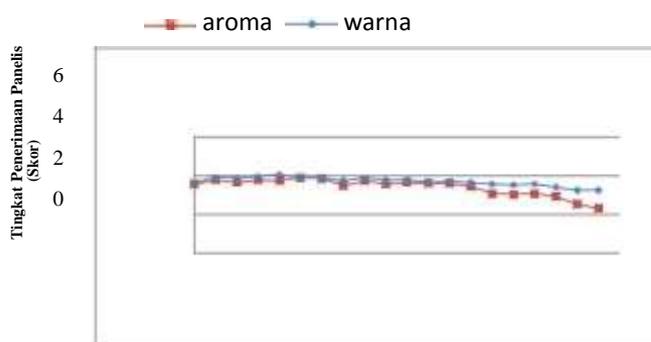
Berdasarkan hasil pengujian, kadar air awal cabai rawit yaitu sebesar 0,0510 g H₂O/g padatan dan untuk cabai merah sebesar 0,0915 g H₂O/g padatan, atau berturut-turut 5,10% BK (berat kering cabai rawit) dan 9,15% BK (berat kering cabai merah), seperti pernyataan Setiavani (2014), bahwa cabai kering yang baik dihasilkan dengan tingkatan kadar air 5-8 %. Sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3389-1994) bahwa persyaratan mutu kadar air untuk Cabai Kering adalah maksimal 11%.

Kadar Air Kritis Berdasarkan Uji Organoleptik

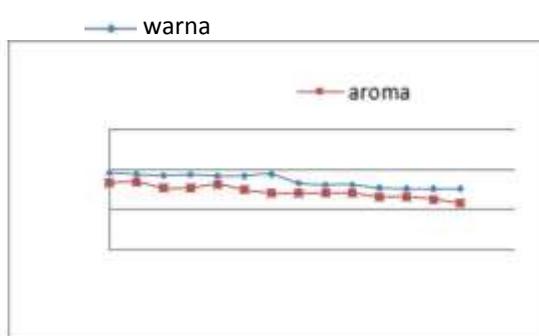
Kadar air kritis diuji berdasarkan hasil uji penerimaan organoleptik (warna dan rasa) dari 15 orang panelis dengan rentang skor 1-1,5; sangat tidak suka, 1,6-2,5; tidak suka, 2,6-3,5; agak suka, 3,6-4,5; suka dan 4,6-5,00; sangat suka. Skor uji penerimaan pada cabai rawit adalah 3,60 untuk parameter warna dan 3,58 untuk parameter aroma. Sedangkan pada cabai merah untuk parameter warna adalah 3,03 dan untuk aroma adalah 2,32. Selama penyimpanan tingkat penerimaan panelis terhadap produk cabai bubuk fermentasi mengalami

fluktuasi dan semakin lama penyimpanan semakin menurun. Hingga pada hari ke 76 dan ke 52 rerata skor menunjukkan bahwa produk cabai telah mencapai kondisi kritisnya yang dapat dilihat dari parameter aroma. Tingkat penerimaan panelis dan lama penyimpanan cabai bubuk fermentasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Selain itu produk cabai mulai mengalami penggumpalan pada kenampakannya. Selanjutnya dilakukan analisis kadar air kritis dengan metode oven. Dari hasil penelitian, diperoleh nilai kadar air kritis cabai rawit yaitu 0,0978 g H₂O/g solid atau setara dengan 9,78% BK sedangkan untuk cabai merah adalah 0,1325 H₂O/g solid atau setara dengan 13,25% BK. Jika dilihat dari kadar air awal cabai bubuk fermentasi maka dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan jumlah kadar air pada produk cabai bubuk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kalsum (1996) bahwa bubuk cabai memiliki sifat higroskopis (mudah menyerap air) karena memiliki kadar air yang cukup rendah dan ukuran partikel yang cukup halus, hal ini menyebabkan cabai bubuk cenderung untuk menggumpal selama penyimpanan. Selain itu, kerusakan bubuk cabai juga dapat dilihat dari perubahan warna, menurunnya kepedasan dan timbulnya bau apek atau tengik.



Gambar 1. Hubungan tingkat penerimaan panelis dan lama penyimpanan terhadap bubuk cabai rawit fermentasi



Gambar 2. Hubungan tingkat penerimaan panelis dan lama penyimpanan terhadap bubuk cabai merah fermentasi.

Kadar Air Kesetimbangan

Kadar air kesetimbangan pada penelitian ini ditentukan dengan mengkondisikan produk cabai bubuk ke dalam tujuh larutan bahan kimia jenuh dengan RH yang berbeda-beda. Selama penyimpanan kedua jenis cabai cenderung menunjukkan fenomena kenaikan bobot. Hal ini menunjukkan bahwa produk mengalami proses adsorpsi uap air dari lingkungan yang disebabkan oleh RH bahan lebih rendah daripada RH lingkungannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusnandar (2010), bahwa selama penyimpanan dalam berbagai kondisi RH terjadi interaksi atau perpindahan uap air antara

produk dan lingkungannya sebagai akibat dari perbedaan RH lingkungan dan produk. Dimana uap air berpindah dari RH yang lebih tinggi ke RH yang lebih rendah. Adapun kadar air kesetimbangan produk yang diperoleh dari penelitian pada berbagai RH dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar kesetimbangannya disajikan pada Tabel 2.

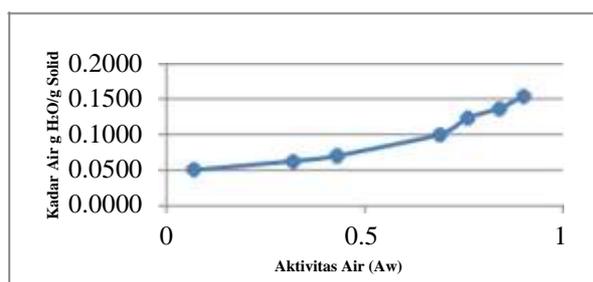
Kadar air kesetimbangan tercapai pada saat bobot bahan dalam *Humidic Chamber* tidak berubah lagi (konstan). Berat konstant diperoleh pada tiga kali penimbangan berturut turut dengan selisih ≤ 2 mg/g untuk setiap kondisi RH yang digunakan (7%, 32%, 43%, 69%, 76%, 84%, dan 90%).

Tabel 2. Kadar Air Kesetimbangan Cabai Bubuk Fermentasi dari Cabai Rawit dan Cabai Merah serta Waktu Pencapaiannya pada Berbagai Kondisi RH Penyimpanan

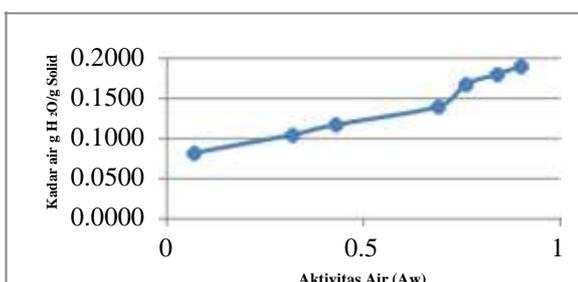
Larutan Jenuh	RH (%)	Aw	Cabai Bubuk Rawit		Cabai Bubuk Merah	
			Kadar air kesetimbangan g H ₂ O/ g solid	Waktu (Hari)	Kadar air kesetimbangan g H ₂ O/ g solid	Waktu (Hari)
NaOH	7%	0,07	0,0508	15	0,0820	16
MgCl ₂	32%	0,32	0,0624	19	0,1045	16
K ₂ CO ₃	43%	0,43	0,0702	28	0,1172	24
KI	69%	0,69	0,1003	54	0,1398	54
NaCl	76%	0,76	0,1236	74	0,1677	73
KCl	84%	0,84	0,1368	80	0,1802	75
BaCl ₂	90%	0,9	0,1541	86	0,1902	80

Waktu yang diperlukan kedua jenis cabai untuk mencapai kondisi seimbang berbeda-beda. Cabai bubuk yang disimpan pada *Humidic Chamber* dengan RH 7% terlebih dahulu mencapai kondisi seimbang dibandingkan dengan produk yang disimpan pada *Humidic Chamber* yang kondisi RH nya lebih tinggi. Selanjutnya kesetimbangan yang lain tercapai berturut-turut berdasarkan tingkat RH masing-masing *Humidic Chamber*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusnandar (2010) bahwa semakin tinggi RH penyimpanan, semakin tinggi kadar air kesetimbangan dan semakin lama pula waktu tercapainya kesetimbangan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi RH penyimpanan maka semakin lama proses difusi uap air berlangsung

menuju tercapainya kesetimbangan. Gambar 3 dan 4 menunjukkan kurva sorpsi isotermis dari hubungan kadar air kesetimbangan dan aktivitas air kedua jenis cabai bubuk. Kurva sorpsi isotermis cabai bubuk fermentasi dari cabai rawit dan cabai merah menyerupai kurva sorpsi isotermis tipe 5 berbentuk sigmoid yang tidak sempurna. Menurut Fennema (1996), bahwa pada umumnya kurva sorpsi isotermis bahan pangan berbentuk sigmoid (menyerupai huruf S). Besarnya histeresis dan bentuk kurva sangat beragam tergantung pada beberapa faktor seperti sifat alami bahan pangan, perubahan fisik yang terjadi selama perpindahan air, suhu, kecepatan desorpsi atau adsorpsi dan tingkatan air yang dipindahkan selama desorpsi atau adsorpsi.



Gambar 3. Hubungan kadar air kesetimbangan dengan aktivitas air (aw) pada bubuk cabai rawit fermentasi



Gambar 4. Hubungan kadar air kesetimbangan dengan aktivitas air (aw) pada bubuk cabai merah fermentasi

Persamaan-persamaan linear pada tabel 3 dan 4 di bawah ini dapat digunakan untuk menentukan kadar

Tabel 3. Persamaan kurva sorpsi isoteremis cabai bubuk fermentasi dari cabai rawit

Model	Persamaan Linear (y= a + bx)
Chen Clayton	$\ln[\ln(aw)] = 1,99-27,7 Me$
Henderson	$\log [\ln(1/(1-aw))] = 2,569+2,614 \log Me$
Hasley	$\log [\ln(1/aw)] = -3,03-2,61 \log Me$
Caurie	$\ln Me = -3,17+1,379 aw$
Oswin	$\ln Me = -2,48-0,0260 [aw/(1- aw)]$

Model-model persamaan tersebut kemudian diuji ketepatannya dengan menghitung nilai MRD (*Mean*

air kesetimbangan bubuk cabai rawit fermentasi dan bubuk cabai merah fermentasi.

Tabel 4. Persamaan kurva sorpsi isoteremis cabai bubuk fermentasi dari cabai merah

Model	Persamaan Linear (y= a + bx)
Chen Clayton	$\ln[\ln(aw)] = 3,08-27,4 Me$
Henderson	$\log [\ln(1/(1-aw))] = 3,106+3,725 \log Me$
Hasley	$\log [\ln(1/aw)] = -3,46-2,61 \log Me$
Caurie	$\ln Me = -2,58+1,009 aw$
Oswin	$\ln Me = -2,07+0,0180 [aw/(1- aw)]$

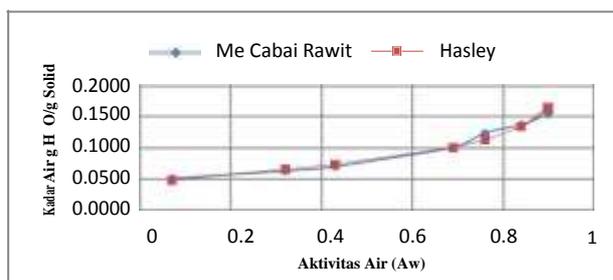
Relative Devation) dan cabai merah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai MRD Model Persamaan Sorpsi Isoteremis

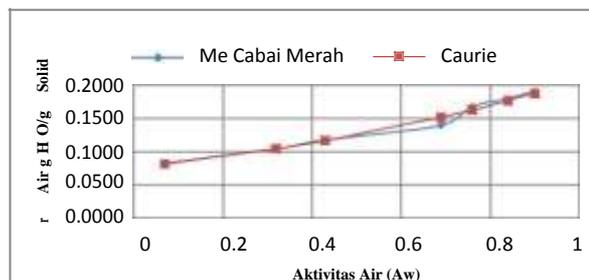
Model Persamaan	MRD	
	Cabai Rawit	Cabai Merah
Chen Clayton	8,58	3,75
Henderson	12,07	6,91
Hasley	4,70	3,26
Caurie	5,92	2,34
Oswin	23,34	23,34

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perhitungan model persamaan yang menggambarkan kurva sorpsi isoteremis yang paling tepat untuk cabai rawit dan cabai merah adalah model Hasley dan Caurie. Model persamaan Hasley memiliki nilai MRD paling rendah yaitu 4,70 untuk cabai rawit. Sedangkan untuk cabai merah, model persamaan Caurie memiliki nilai MRD paling rendah

yaitu 2,34. Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa model persamaan Hasley dan Caurie memiliki MRD < 5 yang dapat menggambarkan kurva sorpsi isoteremis dengan tepat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Walpole (1990) bahwa Model sorpsi isoteremis dengan nilai MRD < 5 maka model sorpsi isoteremis tersebut dapat menggambarkan keadaan sebenarnya atau sangat tepat.

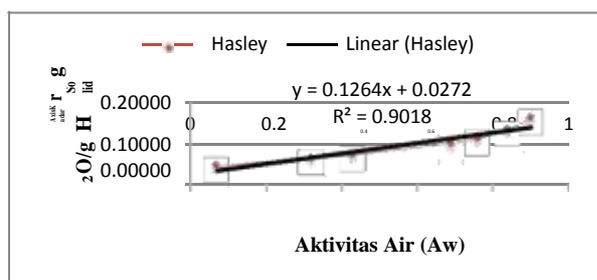


Gambar 5. Kurva sorpsi isoteremis cabai bubuk fermentasi dari cabai rawit dan Model Hasley

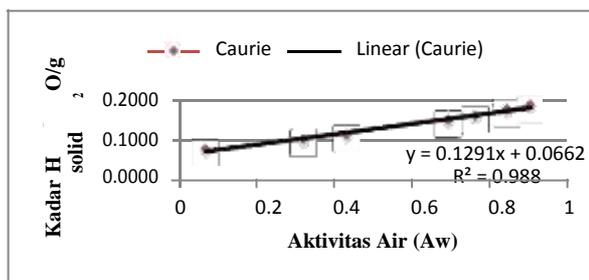


Gambar 6. Kurva sorpsi isoteremis cabai bubuk fermentasi dari cabai merah Model Caurie

Nilai slope (b) kurva sorpsi isoteremis



Gambar 7. Nilai slope kurva sorpsi isoteremis Model Hasley cabai bubuk fermentasi dari cabai rawit



Gambar 8. Nilai slope kurva sorpsi isoteremis Model Hasley cabai bubuk fermentasi dari cabai merah

Gambar 7 dan 8 pada kurva sorpsi isotermis penelitian ini diperoleh nilai slope (b) untuk cabai bubuk dari cabai rawit adalah 0,126 dan untuk cabai bubuk dari cabai merah adalah 0,129. Nilai ini diambil dari persamaan linear antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan. Aktifitas air dan kadar air kesetimbangan memiliki persamaan linier $y=a+bx$ dari titik-titik hubungan antara keduanya, selanjutnya nilai b persamaan tersebut adalah slope kurva sorpsi isotermis. Hal ini sesuai dengan Arpah (2001) bahwa nilai slope (b) kurva sorpsi isotermis ditentukan pada daerah linear.

Kemasan

Penelitian cabai bubuk ini menggunakan kemasan plastik jenis HDPE (*High Density Poly Ethelene*). Plastik HDPE memiliki permeabilitas uap air 0,10 g/m².mmHg/hari. Besarnya luas permukaan kemasan juga mempengaruhi persamaan Labuza dalam menentukan umur simpan produk pangan. Luas permukaan kemasan yang digunakan pada penelitian kedua cabai bubuk ini adalah 0,0024 m². Luas kemasan ditentukan dengan mengalikan panjang dan lebar kemasan yang digunakan. Hal ini sesuai penjelasan Robertson (1992), bahwa semakin luas permukaan kemasan yang digunakan maka uap air yang masuk ke lingkungan akan semakin tinggi dan akan tersebar lebih meluas di dalam kemasan.

Tabel 6. Parameter Perhitungan Umur Simpan Cabai Bubuk Fermentasi

Parameter	Nilai	
	Cabai Rawit	Cabai Merah
Kadar Air Awal (Mo) g H ₂ O/g solid	0,0510	0,0915
Kadar Air Kritis (Mc) g H ₂ O/g solid	0,0978	0,1325
Slove Kurva Isotermis	0,126	0,129
Kadar Air Kesetimbangan (Me) g H ₂ O/g solid	0,1253	0,1656
Permeabilitas Kemasan g H ₂ O/m ² .mmHg/hr	0,10	0,10
Luas Kemasan (m ²)	0,0024	0,0024
Berat Kering (gram)	4,75	4,54
Tekanan uap jenuh 30 ^o C (mmHg)	31,824	31,824

Variabel Lainnya

Variabel lainnya seperti bobot padatan per kemasan, dan tekanan uap murni pada suhu 30^oC juga dianalisis dalam pengaruhnya terhadap umur simpan produk. Bobot padatan perkemasan diperoleh dengan mengoreksi bobot keseluruhan dengan kadar air awal cabai bubuk fermentasi. setiap kemasan memiliki berat keseluruhan 5 gram, dan bobot padatan yang diperoleh untuk cabai rawit adalah $5 \times (100-5,10)\% = 4,75$ gram. Sedangkan untuk cabai bubuk dari cabai merah adalah $5 \times (100-9,15)\% = 4,54$ gram. Tekanan uap murni pada suhu 30^oC diperoleh dari tabel uap air Labuza (1982) yaitu sebesar 31,824 mmHg.

Pendugaan Umur Simpan

Umur simpan cabai bubuk fermentasi diduga menggunakan Persamaan Labuza dengan menggabungkan semua parameter antara lain kadar air awal, kadar air kritis, slope kurva sorpsi isotermis, kadar air kesetimbangan, permeabilitas kemasan, luas kemasan berat kering, dan tekanan jenuh uap air. Parameter perhitungan umur simpan cabai bubuk fermentasi dapat dilihat pada Tabel 6. Semua parameter akan diintegrasikan ke dalam Persamaan Labuza untuk mengetahui berapa lama cabai bubuk dapat bertahan pada kondisi kelembaban 86%.

$$\theta = \frac{\ln \frac{Me-Mi}{Me-Mc}}{\frac{k}{x} \left(\frac{A}{Ws} \right) \frac{Po}{b}}$$

$$\theta = \frac{\ln \frac{0,1253-0,0510}{0,1253-0,0978}}{0,10 \left(\frac{0,0024}{4,75} \right) \frac{31,824}{0,126}}$$

i berikut :

$$\theta = \frac{\ln \frac{Me-Mi}{Me-Mc}}{\frac{k}{x} \left(\frac{A}{Ws} \right) \frac{Po}{b}}$$

$$\theta = \frac{\ln \frac{0,1253-0,0510}{0,1253-0,0978}}{0,10 \left(\frac{0,0024}{4,75} \right) \frac{31,824}{0,126}}$$

$$\theta = \frac{\ln \frac{0,0743}{0,0275}}{0,10(0,00050)(252,57)}$$

$$\theta = \frac{\ln 2,7018}{0,10(0,00050)(252,57)}$$

$$\theta = \frac{0,9939}{0,0126} = 78,8 \text{ hari}$$

Persamaan untuk cabai merah sebagai berikut :

$$\theta = \frac{\ln \frac{Me-Mi}{Me-Mc}}{\frac{k}{x} \left(\frac{A}{Ws} \right) \frac{Po}{b}}$$

$$\theta = \frac{\ln \frac{0,1656-0,0915}{0,1656-0,1325}}{0,10 \left(\frac{0,0024}{4,54} \right) \frac{31,824}{0,129}}$$

$$\theta = \frac{\ln \frac{0,0741}{0,0331}}{0,10(0,00052)(246,69)}$$

$$\theta = \frac{\ln 2,2386}{0,10(0,00052)(246,69)}$$

$$\theta = \frac{0,8058}{0,0128} = 62,9 \text{ hari}$$

Berdasarkan table penjabaran di atas dapat diketahui pendugaan umur simpan cabai bubuk fermentasi dari cabai rawit yaitu 78 hari atau 2,6 bulan. Sedangkan untuk cabai bubuk fermentasi dari cabai merah adalah 62 hari atau 2,1 bulan.

KESIMPULAN

Cabai bubuk fermentasi dari cabai rawit dan cabai merah yang dikemas dengan plastik jenis HDPE (*High Density Poly Ethelene*) dengan luas permukaan 0,0024 m² pada tekanan uap jenuh 30°C dan RH 78% dapat diduga memiliki umur simpan 78,8 hari untuk jenis cabai rawit sedangkan untuk jenis cabai merah diduga memiliki umur simpan 62,9 hari. Model persamaan yang sesuai terhadap kurva sorpsi isotermis pada cabai bubuk fermentasi dari cabai rawit adalah Persamaan Hasley dengan nilai MRD (*Mean Relative Deviation*) 4,70. Sedangkan untuk cabai merah adalah model Persamaan Caurie dengan nilai MRD 2,34. Umur simpan cabai rawit diduga lebih lama masa simpannya dibandingkan umur simpan pada cabai merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. Blansing. <https://dianape.files.wordpress.com/2011/02/blansing.pdf>. [23 Agustus 2015].
- Arpah, M. 2001. Buku dan Monograf Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Amin, W. Dan T. Leksono. 2001. Analisis Pertumbuhan Mikroba Ikan Jambal Siam (*Pangasius sutchi*) Asap yang Telah Diawetkan Secara Ensiling. *Jurnal Natur Indonesia*. Vol. 4 No. 1.
- Fennema, O. R. 1996. *Food Chemistry* 3rd Edition. New York: Marcell Dekker Inc.
- Kalsum, N. 1996. Mempelajari Hubungan Sorpsi Isotermi dan Penyimpanan Bubuk Cabe Merah. Tesis. Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kusdiby dan D. Musaddad. 2000. Teknik Perlakuan Blansing pada Pengeringan Sayuran Wortel dan Kubis. Laporan Penelitian T.A. 1999/2000. Balitsa Lembang.
- Kusnandar, F. Adawiyah, Dede R. Dan Fitria Mona. 2010. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor.

Labuza, Theodore P. 1982. Shelf Life Dating of Foods. Connecticut: Food and Nutrition Press Inc, Westport.

Robertson GLa. 1992. Predicting the Shelf Life of Packaged Foods. Liang OB, Buchanan A, Fardiaz D (ed). Development of Food

Science Technology in Southeast Asia. Bogor: IPB Press.

Walpole, Ronald .E. 1990. Pengantar Statistika. Edisi Ketiga. Terjemahan Gramedia Pustaka Utama: Jakarta