Catatan Penelitian

Pemodelan Isoterm Sorpsi Air Biskuit Coklat menggunakan Persamaan Caurie

Water Sorption Isotherm Modeling of Chocolate Biscuit using Caurie Equation

Margareta Novian Cahyanti, Jimmy Hindarto, Lydia Ninan Lestario

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

*Korespondensi dengan penulis (margareta.cahyanti@staff.uksw.edu)

Artikel ini dikirim pada tanggal 22 Maret 2016 dan dinyatakan diterima tanggal 20 April 2016. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.jatp.ift.or.id. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2016

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat, memprediksikannya menggunakan pemodelan Caurie, serta menentukan karakteristiknya. Kadar air monolayer dan luas permukaan penyerapan biskuit coklat ditentukan dengan model Caurie. Kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat mempunyai bentuk sigmoid yang mendekati tipe II. Model Caurie dapat digunakan untuk memprediksikan fenomena isoterm sorpsi air biskuit coklat dengan nilai MRD 2,67%. Karakteristik isoterm sorpsi air biskuit coklat antara lain kadar air monolayer 3,07% dan luas permukaan penyerapan air 64,3 m²/g.

Kata kunci : biskuit coklat, isoterm sorpsi air, model Caurie

Abstract

The research was aimed to obtain moisture sorption curve of chocolate biscuit and predicted using Caurie model. Using the Caurie's model, monolayer moisture content and surface area of adsorption was calculated. Result of the study showed that the moisture sorption isotherm curve of chocolate biscuit had the sigmoid form. Caurie model was appropriate to predict water sorption isotherm with MRD 2.67%. Monolayer moisture content 3.07% and surface area of adsorption 64.3 m²/g.

Keywords : chocolate biscuit, water sorption isotherm, Caurie model

Pendahuluan

Biskuit coklat merupakan salah satu jenis makanan yang dikenal luas oleh masyarakat. Dalam keadaan darurat biskuit sering digunakan sebagai bahan makanan berkalori tinggi. Salah satu permasalahan yang muncul dalam masa konsumsi biskuit adalah stabilitasnya. Stabilitas biskuit ditentukan oleh kadar air dan aktivitas air.

Hubungan antara kadar air dan aktivitas air digambarkan dalam suatu kurva isoterm sorpsi air. Pengetahuan dan pemahaman tentang isoterm sorpsi air penting dalam kaitannya dengan desain dan optimasi peralatan pengeringan, desain pembungkus, perkiraan mutu, stabilitas, dan masa simpannya ([Gupala Rao, 2015](#)). Pemahaman tentang kadar air optimum juga penting kaitannya dengan proses produksi dan pemilihan pembungkus yang erat kaitannya dengan pencegahan penurunan kualitas selama penyimpanan ([Oluwamukomi, 2009](#)).

Untuk membantu menjelaskan hubungan antara aktivitas air dan kadar air kesetimbangan digunakan berbagai model matematika. Beberapa model matematika yang sering digunakan dalam menjelaskan hubungan ini antara lain persamaan Langmuir, persamaan BET, model Oswin, model Smith, model Halsey, model Henderson, persamaan Iglesias-Chirife, model GAB dan model Peleg ([Sahin and Sumnu, 2006](#)). Model lain yang sering digunakan antara lain model Chen-Clayton dan Caurie ([Sugiyono et al., 2011](#)),

[Budijanto et al., 2010](#)). Model Caurie merupakan salah satu model yang dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik isoterm sorpsi air produk tertentu. Model Caurie dapat digunakan untuk mengetahui kadar air monolayer, jumlah adsorbed pada monolayer, kandungan air terikat, dan luas permukaan adsorpsi ([Caurie, 1981](#)).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat, memprediksikannya menggunakan pemodelan Caurie, serta menentukan karakteristiknya.

Materi dan Metode

Materi

Bahan penelitian yang digunakan adalah biskuit coklat. Bahan kimia yang digunakan aquades, KCl, K₂CO₃, NaCl, Mg(NO₃)₂, dan CH₃COOK. Piranti yang digunakan antara lain desikator, neraca analitik, inkubator, dan oven.

Kurva Isoterm Sorpsi Air

Penentuan kurva sorpsi pada penelitian ini menggunakan metode gravimetri statis ([Hayati et al., 2004](#) yang telah dimodifikasi). Lima jenis larutan garam jenuh diletakkan dalam lima buah wadah kaca untuk memperoleh kelembapan relatif 40-80% atau aktivitas air 0,4-0,8. Sampel sebanyak 10 gram diletakkan dalam cawan porselin yang telah diketahui massanya kemudian disimpan dalam wadah kaca. Wadah kaca

disimpan dalam inkubator dengan suhu 30°C. Perubahan massa diamati setiap hari dan dihentikan ketika kadar air kesetimbangan tercapai atau sampel telah ditumbuhi jamur. Nilai kadar air ditentukan dengan menggunakan metode pengovenan. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan lima kali ulangan.

Ketepatan Model Caurie

Aktivitas air dan kadar air kesetimbangan kemudian diolah menurut model Caurie. Menurut Caurie (1981) persamaan untuk model Caurie adalah sebagai berikut :

$$\ln \frac{1}{m} = -\ln(CM_0) + \frac{2C}{M_0} \ln \left(\frac{1-a_w}{a_w} \right)$$

dengan rincian, m = kadar air kesetimbangan, C = konstanta Caurie, M_0 = kadar air monolayer, a_w = aktivitas air. Persamaan tersebut dapat membentuk garis lurus dengan $y = \ln \frac{1}{m}$ dan $x = \ln \left(\frac{1-a_w}{a_w} \right)$.

Uji ketepatan model atau MRD (*Mean Relative Determination*) dilakukan untuk menguji ketepatan persamaan isoterm sorpsi air. Rumus MRD adalah sebagai berikut :

$$MRD = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{m_i - m_{pi}}{m_i} \right|$$

dengan rincian m_i = kadar air hasil percobaan, m_{pi} = kadar air hasil perhitungan, n = jumlah data

Jika nilai $MRD < 5$ maka model dapat menggambarkan keadaan sebenarnya. Jika $5 < MRD < 10$ maka model agak tepat menggambarkan keadaan sebenarnya dan jika $MRD > 10$ maka model tersebut tidak tepat menggambarkan keadaan sebenarnya.

Karakteristik Isoterm Sorpsi Air

Karakteristik isoterm sorpsi air pada umumnya ditentukan dengan menggunakan model Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) (Oluwamukomi, 2009; Aini et al., 2014). Model lain yang dapat digunakan untuk menentukan karakteristik isoterm sorpsi air adalah model Caurie (Caurie, 1981). Model Caurie dapat digunakan untuk menentukan kadar air monolayer, jumlah adsorbed pada monolayer, kandungan air terikat, dan luas permukaan adsorpsi. Kadar air monolayer diperoleh secara langsung dari persamaan Caurie. Jumlah air terikat diperoleh dengan mengalikan kadar air monolayer dan jumlah adsorbed pada monolayer. Luas permukaan adsorpsi (A) dapat digitung dengan rumus :

$$A = \frac{M_c}{C_c \times d \times 10^8}$$

dengan rincian, A = luas permukaan adsorpsi, M_c = kadar air monolayer, C_c = konstanta Caurie, d = diameter molekul air ($3,673 \times 10^{-10}$ m)

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 menunjukkan kelembapan relatif, aktivitas air, dan kadar air kesetimbangan masing-masing wadah kaca. Kurva isoterm sorpsi air biskuit

coklat dibuat dengan menghubungkan aktivitas air dengan kadar air kesetimbangan. Gambar 1 menunjukkan kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat. Kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat berbentuk sigmoid atau menyerupai bentuk S, sehingga kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat mendekati tipe II. Kurva isoterm sorpsi air tipe II mempunyai bentuk seperti sigmoid atau huruf S yang disebabkan karena hukum Raoult, efek kapilaritas, dan interaksi antara air dan permukaan bahan pangan (Sahin and Sumnu, 2006).

Tabel 1. Kelembapan Relatif, Aktivitas Air, dan Kadar Air Kesetimbangan

Garam	Kelembapan Relatif	Aktivitas Air	Kadar Air Kesetimbangan
CH ₃ COOK	40	0,40	2,81
K ₂ CO ₃	50	0,50	3,97
Mg(NO ₃) ₂	64	0,64	6,60
NaCl	72	0,72	9,45
KCl	80	0,80	12,38

Gambar 1. Kurva Isoterm Sorpsi Air Biskuit Coklat

Data hubungan kadar air kesetimbangan dan aktivitas air kemudian diubah dalam berbagai model matematika untuk diprediksikan. Tabel 2 menunjukkan kadar air kesetimbangan hasil perhitungan untuk model Caurie. Kadar air hasil perhitungan dibandingkan dengan kadar air percobaan untuk perhitungan nilai MRD. Gambar 2 menunjukkan perbandingan kurva isoterm sorpsi air hasil percobaan dan prediksi model Caurie.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat hasil percobaan mendekati prediksi Caurie hampir di semua aktivitas air. Ketepatan model diperkuat dengan hasil perhitungan MRD 2,67% yang menunjukkan bahwa model Caurie tepat menggambarkan fenomena isoterm sorpsi air biskuit. Karakteristik isoterm sorpsi air model Caurie dapat dilihat pada Tabel 3.

Kadar air monolayer adalah air yang terikat secara kuat. Suatu produk pangan akan stabil pada kadar air monolayer. Kadar air monolayer bervariasi dan dipengaruhi oleh komposisi kimia, struktur, dan lingkungan seperti suhu (Rahman, 2009). Nilai kadar air monolayer akan turun seiring dengan naiknya suhu (Rakshit et al., 2011; Bajpai and Tiwari, 2013). Pangan mempunyai gugus OH, C=O, NH, dan gugus polar yang dapat berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen dan interaksi dipol-dipol. Interaksi air dengan senyawa non polar berupa hidrasi hidrofobik (Belitz et

[al., 2009](#)). Ketika suhu dinaikan hidrasi hidrofobik akan turun sehingga jumlah air yang diikat juga akan turun ([Noguchi, 1981](#)).

Tabel 2. Kadar Air Kesetimbangan Perhitungan Model Caurie

Garam	Kadar Air Kesetimbangan (%bk)	
	Pengukuran	Model Caurie
CH ₃ COOK	2,81	2,83
K ₂ CO ₃	3,97	4,001
Mg(NO ₃) ₂	6,60	6,53
NaCl	9,45	8,87
KCl	12,38	12,98

Tabel 3. Karakteristik Isoterm Sorpsi Air Biskuit Coklat

Konstanta Caurie	Kadar Air Monolayer (g/kg solid)	Luas Permukaan Penyerapan (m ² /g)
1,2998	3,07	64,3

Gambar 2. Perbandingan Kurva Isoterm Sorpsi Air Biskuit Hasil Pengukuran dan Model Caurie

Luas permukaan penyerapan air berhubungan dengan sisi penyerap air. Semakin luas permukaan penyerapan air menunjukkan jumlah gugus OH, C=O, NH, dan gugus polar yang besar. Luas permukaan penyerapan air akan turun seiring dengan naiknya suhu ([Rakshit et al., 2011](#)).

Kesimpulan

Kurva isoterm sorpsi air biskuit coklat mempunyai bentuk sigmoid yang mendekati tipe II. Model Caurie dapat digunakan untuk memprediksikan fenomena isoterm sorpsi air biskuit coklat dengan nilai MRD 2,67%. Karakteristik isoterm sorpsi air biskuit coklat antara lain kadar air monolayer 3,07 g/kg solid dan luas permukaan penyerapan air 64,3 m²/g.

Daftar Pustaka

- Aini, N., V. Prihananto, G. Wijonarko. 2014. Karakteristik Kurva Isotherm Sorpsi Air Tepung Jagung Instan. *Agritech* Volume 34 Nomor 1 halaman 50-55
- Bajpai, S. and P. Tiwari. 2013. Investigation of Moisture Sorption Behavior of an Indian Sweet Son-Papdi.

Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science (5) halaman 2277-2282

- Belitz, H.D., W. Grosch and P. Schieberle. 2009. *Food Chemistry*. Berlin. Springer
- Budijanto, S. A.B. Sitanggang dan Y.D. Kartika. 2010. Penentuan Umur Simpan Tortilla dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Kadar Air Kristis serta Pemodelan Ketepatan Sorpsi Isotherminya. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Volume XXI Nomor 2 halaman 165-170
- Caurie, M. 1981. Derivation of Full Range Moisture Sorption Isotherms. dalam Rockland, L.B and George F. Stewart (Eds). *Water Activity : Influences on Food Quality : A Treatise on the Influence of Bound and Free Water on the Quality and Stability of Foods and Other Natural Products*. London. Academic Press, Inc (London) Ltd
- Gupala Rao, C. 2015. *Engineering for Storage of Fruits and Vegetables: Cold Storage Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Storage*. India. BS Publications
- Hayati, R., A. Abdullah, M.K. Ayob, dan S.T. Soekarto. 2004. Isotermi Sorpsi Air dan Analisis Umur Simpan Ikan Kayu Tongkol (*Euthynnus affinis*) dari Aceh. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Volume 15 Nomor 3 halaman 207-213
- Noguchi. 1981. Hydration Around Hydrophobic Groups. dalam Rockland, L.B and George F. Stewart (Eds). *Water Activity : Influences on Food Quality : A Treatise on the Influence of Bound and Free Water on the Quality and Stability of Foods and Other Natural Products*. London. Academic Press, Inc (London) Ltd
- Oluwamukomi, M.O. 2009. Adsorption Isotherm Modeling of Soy-Melon-Enriched and Unriched "Gari" Using GAB Equation. *African Journal of Food Science*. Volume 3(5) pp 117-124
- Rakshit, M., B. Moktan dan S.A. Hossain. 2014. Moisture Sorption Characteristics of Wadi, a Legume-based Traditional Condiment. *Journal Food Science and Technology* Volume 51 Nomor 2 halaman 301-307
- Rahman, M.S. 2009. *Food Stability Beyond Water Activity and Glass Transition : Macro-Micro Region Concept in The State Diagram*. *International Journal of Food Properties* 12 halaman 726-740
- Sahin, S and S.G. Sumnu. 2006. *Physical Properties of Foods*. New York. Springer Science + Business Media LLC.
- Sugiyono, E. Setiawan, E. Syamsir, dan H. Sumekar. 2011. Pengembangan Produk Mi Kering dari Tepung Ubi Jalar (*Ipomea batatas*) dan Penentuan Umur Simpannya dengan Metode Isoterm Sorpsi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Volume XXI Nomor 2 halaman 164-170