

## ISOTERMAL SORPSI AIR DAN KARAKTERISASI PENGERINGAN CABAI PUYANG (*Piper retrofractum* Vahl)

La Choviya Hawa<sup>(1)</sup>, Shinta Rosalia Dewi<sup>(1)</sup>, Gabrile Hardiani<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya,  
Malang, Indonesia

e-mail: la\_choviya@ub.ac.id

Long pepper (*Piper retrofractum* Vahl) is one of Indonesian potential medicinal plants to explore and developed, and drying is one of critical steps for its processing. In this report, the adsorption and desorption isotherms of Indonesian long pepper was performed in the range of water activity ( $a_w$ ) from 0.06 to 0.84 at 25, 40 and 50°C, and the applicability of GAB model in data prediction was evaluated. Additional information regarding long pepper drying related characteristic, i.e. its drying rate at 50°C were also investigated. The results indicated that Indonesian long pepper presented Type II and the hysteresis effect was observed. GAB model precisely represented the sorption isotherms behavior of long pepper with based on coefficient of determination ( $R^2$ ), mean relative percent error (P) and root mean square error (RMSE). The results also indicated that at drying temperature 50°C, the moisture equilibrium reached after 1260 min for 8.0% (db). For longer and better stability during storage, moisture content <10% (db) was suggested.

**Keywords:** Long pepper, Sorption isotherms; Drying; GAB model.

### 1. PENDAHULUAN

Cabai puyang (*Piper retrofractum* Vahl) atau disebut juga cabai jawa merupakan tanaman tahunan merambat yang telah lama dipercaya oleh masyarakat tradisional memiliki khasiat dan kegunaan herbal. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Amerika Serikat (Weiss, 2002), komoditas ini merupakan tanaman asli pada beberapa negara di Asia Tenggara, yaitu Bangladesh, Kamboja, Laos, Pulau Jawa dan Kepulauan Sunda Kecil (Indonesia), Filipina, Thailand, dan Vietnam. Komoditas ini secara tradisional digunakan sebagai salah satu bahan obat tradisional seperti jamu. Secara khusus, akar dan buah cabai puyang digunakan untuk perawatan asma, bronchitis, ambeien, demam, sakit perut dan untuk meningkatkan vitalitas (Kubo et al., 2012). Dalam penelitian yang sama, Kubo et al. (2012) meneliti beberapa kandungan kimia dan bahan aktif yang terkandung dalam cabai puyang. Penelitian oleh Vinay et al. (2012) dan Tambunan et al. (2001) juga mengkarakterisasi sifat fisiko-kimia cabai

puyang, meliputi uji organoleptik, karakterisasi mikroskopik dan kandungan piperine ( $C_{17}H_{19}NO_3$ ).

Beberapa penelitian lain yang berfokus pada potensi cabai puyang untuk pencegahan, perawatan dan pengobatan penyakit-penyakit tertentu, seperti menguji aktivitas larva nyamuk demam berdarah di ekstrak cabai puyang (Chansang et al., 2005); pengujian *in vitro* cabai puyang dalam mengatasi virus demam berdarah (Klawikkan et al., 2011); karakterisasi kandungan retrofractamide-D pada cabai puyang (Banerji et al., 2002); kandungan bahan aktif anti malaria pada cabai puyang (Bodiwala et al., 2007); kandungan bahan aktif anti mikroba pada cabai puyang (Khan dan Siddiqui, 2007); kandungan kimia dan efek anti bakteri pada minyak atsiri cabai puyang (Jamal et al., 2013); dan efek afrodisiak pada cabai puyang (Rahmawati dan Bachri, 2012).

Meski telah banyak diteliti dan diketahui kemanfaatannya, masih jarang penelitian cabai puyang terkait dengan proses pascapanen seperti pengeringan dan penyimpanan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kurva isotermal

sorpsi air cabai puyang yang dilakukan pada kisaran aktivitas air ( $a_w$ ) dari 0,06 hingga 0,84 pada suhu 25, 40 dan 50°C, serta menguji kesesuaian model GAB terhadap data isothermal sorpsi air. Selain itu, penelitian juga berfokus pada informasi terkait karakterisasi proses pengeringan cabai puyang pada suhu pengeringan 50°C.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah tray dryer tipe LCH0115, oven tipe Memmert/UFE 550, timbangan digital Mettler PM460, *stackable*

*airtight container plastic type lock and lock* dengan dimensi 350 ml/ 0.3 QT/ 11 OZ, cawan aluminium.

Bahan yang digunakan adalah cabai puyang yang berasal dari Banyuwangi, Jawa Timur. Cabai puyang yang digunakan mempunyai bentuk panjang dan bulat, panjang sekitar 3-4 cm dan mempunyai diameter sampai 0.9±0.1 cm, berwarna merah kekuningan dan bertekstur keras. Garam jenuh pro analisis yang digunakan adalah KOH, MgCl, CaCl<sub>2</sub> NaCl, dan KCl, *Aqua Pro Injection* dibeli dari toko kimia lokal di Kota Malang. Garam jenuh yang digunakan adalah KOH, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, NaCl dan KCl memiliki kisaran  $a_w$  seperti ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai aktivitas air ( $a_w$ ) garam jenuh yang digunakan.

Garam	<i>Water activity</i> ( $a_w$ ) pada °C		
	25	40	50
KOH	0.1060	0,0626	0,0572
MgCl <sub>2</sub>	0.3760	0,3160	0,3054
CaCl <sub>2</sub>	0.2860	0,5548	0,5001
NaCl	0.7760	0,7468	0,7443
KCl	0,8430	0,8232	0,8120

### 2.2 Penentuan Kurva Isothermal Sorpsi Air

Penentuan kurva isothermal isothermal sorpsi air mengadopsi pada modifikasi prosedur penelitian yang telah dilakukan oleh Bejar et al. (2012) dan Hawa et al. (2014a,b). Kurva isothermal sorpsi air terdiri atas kurva desorpsi dan adsorpsi, dan prosedur penentuannya adalah sebagai berikut.

Untuk kurva desorpsi, sampel cabai puyang segar diletakkan di dalam cawan alumunium dengan massa 1±0.1 g. Sampel cabai puyang dalam cawan alumunium kemudian dimasukkan ke dalam kotak penyimpanan kedap udara (*airtight container*) bersama dengan 10 ml larutan garam jenuh (5:1, aquades:garam) dalam cawan alumunium untuk masing-masing jenis garam jenuh yang digunakan. Kotak penyimpanan kedap udara (*airtight container*) yang telah terisi sampel cabai puyang dan larutan garam jenuh kemudian ditutup rapat untuk kemudian dimasukkan ke dalam ruang inkubator tipe LCH0216 pada suhu yang diujicobakan (25, 40 dan 50°C). Selama proses inkubasi, dilakukan pengukuran penurunan massa sampel cabai puyang setiap 24 jam. Proses inkubasi desorpsi dihentikan

jika besaran penurunan massa sampel cabai puyang kurang dari 0.002 g atau ditemukan terjadi kenaikan massa sampel (Hawa et al, 2014a; Hawa et al, 2014b).. Sampel yang telah selesai proses inkubasinya kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 4 jam dan diukur massa akhir berat keringnya.

Untuk kurva adsorpsi, prosedur pelaksanaannya sama dengan kurva desorpsi dengan menggunakan simplisia cabai puyang kering. Untuk sampel adsorpsi, digunakan cabai puyang yang telah dikeringkan pada suhu 50 ° C menggunakan *tray dryer* selama 3 hari dengan tujuan menurunkan kadar air bahan serendah mungkin Proses peletakan sampel sama seperti pada perlakuan desorpsi dan proses inkubasi dilakukan pada suhu yang diujicobakan (25, 40 dan 50°C). Selama proses inkubasi, dilakukan pengukuran kenaikan massa sampel cabai puyang setiap 24 jam. Proses inkubasi dihentikan jika besaran kenaikan massa sampel cabai puyang kurang 0.002 g atau ditemukan terjadi penurunan massa sampel. Sampel yang telah selesai proses inkubasinya kemudian dikeringkan dengan

oven pada suhu 105°C selama 4 jam dan diukur massa akhir berat keringnya.

### 2.3. Penentuan Model Kurva Isotermal Sorpsi Air

Setelah dilakukan perhitungan kadar air dalam satuan kg air/kg bahan kering untuk seluruh perlakuan desorpsi dan adsorpsi selama proses inkubasi, selanjutnya dilakukan analisa data matematis. Data perubahan kadar air cabai puyang kemudian diplotkan ke dalam grafik terhadap aktivitas air bahan ( $a_w$ ). Guna mengetahui model matematik yang terbentuk oleh grafik hubungan hubungan kadar air akhir bahan dan aktivitas air bahan tersebut, maka dilakukan analisis dengan

$$X_e = \frac{X_m \cdot A \cdot B \cdot a_w}{(1 - B \cdot a_w) \cdot (1 - B \cdot a_w + A \cdot B \cdot a_w)} \quad (1)$$

### 2.4. Kurva Pengeringan Cabai Puyang

Proses pengeringan cabai puyang dengan mesin pengering tipe rak model LCH0115. Cabai puyang ditempatkan dalam nampan kawat berlubang di dalam ruang pengering dan penimbangan massa cabai puyang dilakukan dengan selang waktu 15 menit selama dua jam pertama dan setiap 30 menit hingga akhir proses pengeringan. Proses pengeringan dilakukan hingga cabai puyang mencapai kadar air kesetimbangan (*moisture equilibrium*), yaitu kondisi dimana tiga kali pengukuran berturut-turut massa cabai puyang tidak mengalami perubahan. Perlakuan pengeringan cabai puyang dengan mesin pengering tipe rak ini dilakukan pada suhu 50°C.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kurva Isotermal Sorpsi Air

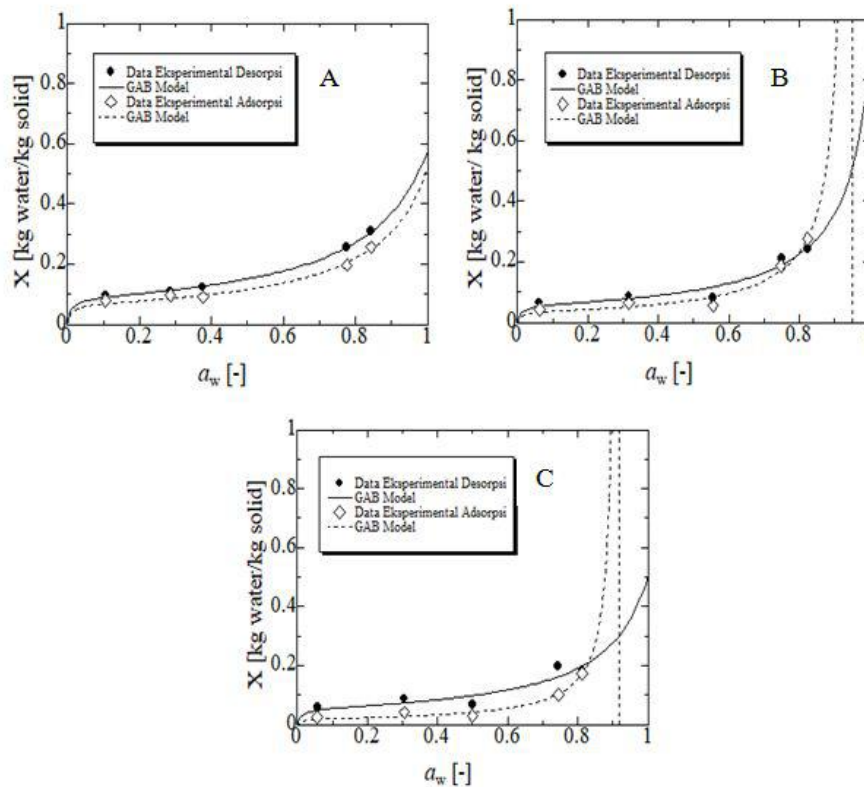
Kurva isotermal sorpsi air dari cabai puyang pada suhu 25, 40, dan 50°C ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air keseimbangan cabai puyang desorpsi semakin tinggi seiring dengan peningkatan  $a_w$ . Bentuk kurva desorpsi dan adsorpsi menyerupai Tipe II yaitu Tipe Sigmoid dengan bentuk kurva seperti huruf S. Tipe Sigmoid merupakan jenis penyerapan air isotermal yang dapat memperhitungkan keberadaan lapisan multi lapisan (*multilayer*) pada permukaan bahan dan tipe ini merupakan jenis penyerapan air

perangkat lunak gnuplot untuk mendapatkan kurva isotermal sorpsi air dan konstantanya berdasarkan Model GAB. Parameter statistik berupa koefisien determinasi ( $R^2$ ), *mean relative percent error* ( $P$ ) dan *root mean square error* ( $RMSE$ ) digunakan untuk menguji kesesuaian model terhadap data. Model GAB ditunjukkan pada Persamaan 1, dimana  $A$  dan  $B$  adalah konstanta model,  $X_m$  adalah kadar air,  $X_e$  adalah kadar air kesetimbangan, dan  $a_w$  adalah aktivitas air bahan. *Mean relative percent error* ( $P$ ) dihitung menggunakan Persamaan 2, dimana  $m_{pr}$  dan  $m_{ex}$  berturut-turut adalah kadar air hasil prediksi dan kadar air hasil pengukuran, serta  $N$  adalah jumlah data.

$$P = \frac{100}{N} \sum_{j=1}^N \left| \frac{m_{pr,j} - m_{ex,j}}{m_{ex,j}} \right| \quad (2)$$

isotermal yang banyak digunakan untuk bahan pangan (Labuza, 1984).

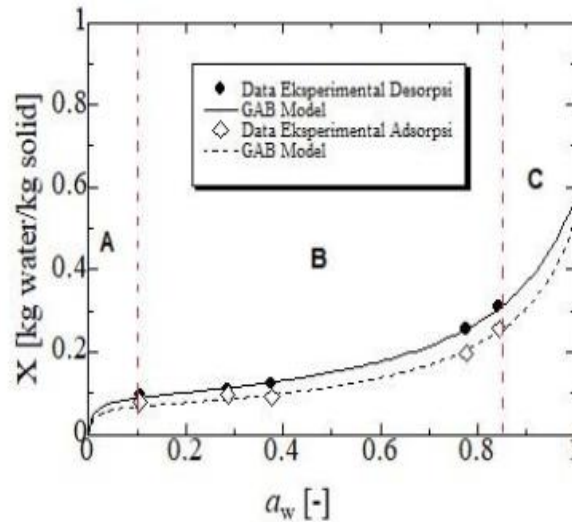
Gambar 1 juga menunjukkan adanya fenomena histeresis pada cabai puyang di setiap suhu yang diujikan. Menurut Goneli (2016) menyatakan bahwa fenomena hysteresis berhubungan dengan pori-pori yang berada disekitar kapiler kecil. Selama proses adsorpsi berlangsung, kapiler akan mulai membesar sebagai akibat dari kenaikan kelembaban relatif. Bila tekanan parsial uap air lebih tinggi dari uap air kapiler, air akan bergerak ke dalam pori-pori. Sedangkan pada sampel desorpsi, pori-pori pada area kapiler awalnya dalam kondisi jenuh. Kemudian terjadi difusi air dari pinggiran ke permukaan material akibat dari tekanan parsial uap air yang lebih rendah dari uap air di dalam kapiler. Akibat adanya difusi air tersebut menyebabkan ukuran pori-pori menyusut sehingga laju perpindahan massa menjadi lebih rendah. Adanya proses difusi air sebagai akibat dari perubahan suhu, sehingga menunjukkan bahwa hysteresis dapat dipengaruhi oleh suhu. Secara keseluruhan sampel desorpsi selalu memiliki kurva yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sampel adsorpsi, hal tersebut diakibatkan oleh nilai kadar air kesetimbangan sampel desorpsi lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi (Mathlouthi, 2001).



Gambar 1. Kurva Isotermal Sorpsi Air Cabai Puyang dengan Model GAB pada suhu 25°C (a); 40°C (b); dan 50°C (c)

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui tiga wilayah isotermal sorpsi air cabai puyang dengan Model GAB pada suhu 25°C. Wilayah A merupakan wilayah air terikat kuat yang berada dikisaran  $a_w$  0.0-0.1. Air pada wilayah A sulit diuapkan karena berada pada kapiler-kapiler kecil. Wilayah B merupakan wilayah air terikat kurang kuat yang berada pada kisaran  $a_w$  0.1-0.85. Pada wilayah B, air akan berada pada pori-pori kapiler besar, dimana pada proses desorpsi air akan didifusikan menuju ke permukaan yang menyebabkan menyusutnya pori-pori. Sedangkan pada proses adsorpsi pori-pori yang menyusut akan kembali membesar sebagai akibat dari penyerapan

air. Pada kondisi  $a_w$  0.6-0.7, bisa menyebabkan mikroorganisme mudah tumbuh dan merusak mutu produk. Wilayah C adalah wilayah air bebas yang berada pada kisaran  $a_w$  0.85 sampai dengan 1.0. Pada wilayah C merupakan tempat bagi air bebas yang berada di permukaan produk. Air bebas mudah mengalami penguapan karena memiliki ikatan yang lemah pada permukaan produk. Berdasarkan kurva tersebut dapat diketahui bahwa cabai puyang saiknya dikeringkan sampai kandungan air 0.08 kg water/kg solid dan disimpan pada kisaran  $a_w$  0.3 untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme yang menyebabkan turunnya mutu produk.



Gambar 2. Pembagian Wilayah Isotermal Sorpsi Air Cabai Puyang dengan Model GAB pada Suhu 25°C

### 3.2. Kesesuaian Model GAB

Pengolahan data dengan perangkat lunak Gnuplot menghasilkan konstanta Model GAB untuk setiap kurva adsorpsi dan desorpsi untuk masing-masing suhu yang diujicobakan. Model GAB yang terbentuk kemudian diuji dengan parameter statistik,

meliputi koefisien determinasi ( $R^2$ ), *mean relative percent error* ( $P$ ) dan *root mean square error* ( $RMSE$ ). Konstanta Model GAB untuk masing-masing kurva berikut parameter statistiknya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konstanta Model GAB dan parameter statistiknya

Konstanta Model	Desorpsi			Adsorpsi		
	25°C	40°C	50°C	25°C	40°C	50°C
$C$	124.0	113.7	102.0	143.7	126.6	114.9
$K$	0.847	0.935	0.891	0.873	1.063	1.096
$X_m$	0.088	0.057	0.055	0.066	0.035	0.019
$R^2$	0.990	0.920	0.840	0.990	0.970	0.980
$RMSE$	0.004	0.020	0.023	0.008	0.017	0.008
$P$ (%)	2.718	17.434	21.387	7.407	21.201	20.031

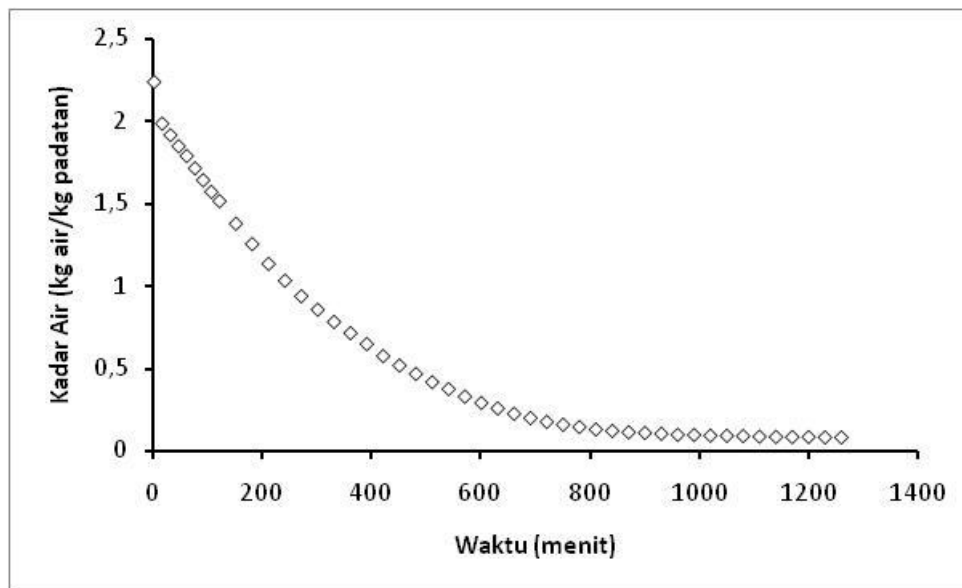
Parameter statistik menunjukkan bahwa model GAB yang terbentuk dapat menjelaskan dengan baik perilaku isotermal sorpsi air pada cabai puyang. Hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang mendekati nilai 1 dan nilai *root mean square error* ( $RMSE$ ) yang seminimal mungkin atau mendekati nilai 0. Kedua parameter statistik tersebut memenuhi syarat kesesuaian pada semua kurva di masing-masing suhu yang

diujicobakan. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa parameter statistik *mean relative percent error* ( $P$ ) dari hasil penelitian tidak semuanya memenuhi syarat kesesuaian. Kebanyakan penelitian sebelumnya mempersyaratkan nilai *mean relative percent error* ( $P$ ) lebih kecil dari 10%. Dengan demikian, nilai *mean relative percent error* ( $P$ ) hanya memenuhi syarat pada suhu 25°C pada kedua kurva desorpsi dan adsorpsi.

### 3.3. Kadar Air Keseimbangan

Perubahan kadar air cabai puyang pada suhu pengeringan 50°C ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar air keseimbangan cabai puyang pada suhu pengeringan 50°C dicapai pada 1260 menit setelah pengeringan berlangsung pada kadar air 0.08 kg air/kg padatan.

Selain itu, kadar air antar waktu cabai puyang selama pengeringan menunjukkan penurunan drastis pada 15 menit awal, dimana laju pengeringan konstan terjadi. Selanjutnya, kadar air antar waktu mulai menurun dengan landai yang menandakan terjadinya laju pengeringan menurun seiring waktu.



Gambar 3. Perubahan Kadar Air Cabai Puyang Selama Pengeringan pada Suhu 50°C

Hasil simulasi Model GAB dengan menggunakan konstanta kurva adsorpsi pada suhu ruang (25°C) di Tabel 2 menunjukkan bahwa batas kadar air yang aman untuk penyimpanan guna menjamin mutu dan memperpanjang umur simpan cabai puyang kering adalah sekira 0.13 kg air/kg padatan, yang didasarkan pada nilai kadar air pada nilai aktivitas air ( $a_w$ ) 0.6. Kadar air kesetimbangan 0.08 kg air/kg padatan dengan demikian tidak perlu dilakukan untuk menghemat energi dan waktu pengeringan. Namun demikian, oleh karena bervariasinya suhu ruang penyimpanan yang mungkin terjadi, maka kadar air kurang dari 0.10 kg air/kg padatan lebih disarankan.

### 3. KESIMPULAN

Perilaku isothermal desorpsi dan adsorpsi cabai puyang pada suhu 25, 40 dan 50 °C yang ditunjukkan dengan pemodelan GAB memiliki bentuk sigmoid dan termasuk tipe 2 pada klasifikasi Brunauer.

Kadar air keseimbangan cabai puyang pada suhu pengeringan 50°C dicapai pada 1260 menit setelah pengeringan berlangsung pada kadar air 0.08 kg air/kg padatan. Saran kisaran kadar air penyimpanan cabai puyang adalah 0.13 kg air/kg padatan, yang didasarkan pada nilai kadar air pada nilai aktivitas air ( $a_w$ ) 0.6.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., V. Prihananto., dan G.Wijanarko. 2014. Karakteristik Kurva Isotherm Sorpsi Air Tepung Instan. *Agritech*. 34(1)
- Banerji, A., M. Sarkar, R. Datta, P. Sengupta, K. Abraham. 2002. Amides from *Piper brachystachyum* and *Piper retrofractum*. *Phytochemistry* 59, pp: 897-901.
- Bejar, A.K., N.B. Mihoubi, N. Kechaou. 2012. Moisture sorption isotherms - Experimental and mathematical investigations of oranges (*Citrus sinensis*) peel and leaves. *Food Chemistry* 132, pp: 1728-1735.
- Bell, N., T.P Labuza. 2000. Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement And Use. America Association Cereal Chemist, Minnesota. USA
- Bodiwala, H.S., G. Singh, R. Singh, C.S. Dey, S.S. Sharma, K.K. Bhutani, I.P. Singh. 2007. Antileishmanial amides and lignans from *Piper cubeba* and *Piper retrofractum*. *Journal of Natural Medicine* 61(4), pp:418-421.
- Chansang, U., N.S. Zahiri, J. Bansiddhi, T. Boonruad, P. Thongsrirak, J. Mingmuang, N. Benjapong, M.S. Mulla. 2005. Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*Piper retrofractum* Vahl) from Thailand. *Journal of Vector Ecology* 30(2), pp: 195-201.
- Goneli, A., L.D, Paulo C.C, Gabriel H.H, Osvaldo R and Munir M. 2016. Moisture Sorption Isotherms of Castor Beans. Part 1: Mathematical Modeling And Hysteresis. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*. 20(1):751-756
- Hawa., L. C., S. B., Ali, S. Fujii, N. Yoshimoto, S. Yamamoto. 2014. Drying Rates and Desorption Isotherms of Lemon Juice. *Japan Journal of Food Engineering*. 15 (2); 105 – 108
- Hawa., L. C., S. B., Ali, S. Fujii, N. Yoshimoto, S. Yamamoto. 2014. Effects of Pre-Treatments on Browning of Lemon Peels during Drying. *Japan Journal of Food Engineering*. 15 (3); 181– 187
- Jamal, Y., P. Irawati, A. Fathoni, A. Agusta. 2013. Chemical constituents and antibacterial effect of essential oil of javanese pepper leaves (*Piper retrofractum* Vahl.). *Media Litbangkes* 23(2), pp: 65-72.
- Khan, M. and M. Siddiqui. 2007. Antimicrobial activity of piper fruits. *Natural Product Radiance* 6(2), pp: 111-113.
- Klawikkan, N., V. Nukoolkarn, N. Jirakanjanakit, S. Yoksan, C. Wiwat, K. Thirapanmethee. 2011. Effect of Thai medicinal plant extracts against dengue virus in vitro. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science* 38 (1-2), pp. 13-18.
- Kubo, M., R. Ishii, Y. Ishino, K. Harada, N. Matsui, M. Akagi, E. Kato, S. Hosada, Y. Fukuyama. 2013. Evaluation of constituents of *Piper retrofractum* fruits on neurotrophic activity. *Journal of Natural Products* 76 (4), pp 769–773.
- Mathlouthi, M. 2001. Water Content, Water Activity, Water Structure and The Stability of Foodstuffs. *Food Control*. 12(1):409-417
- Oliveira., M, Campos A, Dantas J, Gomes J, Silva F. 2006. Desorption Isotherms of Passion Fruits Peel (*Passiflora Edulis Sims*): Experimental Determination And Mathematic Model Evaluation. *Cienc Rural*. 36(5):1624-1629
- Rahmawati, N., M.S. Bachri. 2012. The aphrodisiac effect and toxicity of combination *Piper retrofractum* L, *Centella asiatica* and *Curcuma domestica* infusion. *Health Science Indonesia* 3(1), pp: 19-23.
- Sudarmadji., S. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta

- Tambunan, A.H., Yudistira, Kisdiyani, Hernani. 2001. Freeze drying characteristics of medicinal herbs. *Drying Technology* 19(2), pp: 325-331.
- Timmermann E.O., Chirife J. & Iglesias H.A. (2001). Water Sorption Isotherms of Food and Foodstuffs. EAT or GAB parameters. *Journal of Food Engineering*, 48,19-31.
- Vinay, S., K. Renuka, V. Palak, C.R. Harisha, P.K. Prajapati. 2012. Pharmacognostical and Phytochemical study of *Piper longum* L. and *Piper retrfractum*Vahl. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation* 1(1),: 62-66
- Weiss, E.A. 2002. *Spice Crops*. New York: CABI Publishing