

## PENDUGAAN UMUR SIMPAN MI KERING DARI TEPUNG KOMPOSIT TERIGU, KELADI, DAN UBI JALAR

Dian Adi Anggraeni Elisabeth<sup>1</sup>

Ludivica Endang Setijorini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Malang

<sup>2</sup>FMIPA-Universitas Terbuka, Jakarta

e-mail: [dian.elisabeth@litbang.pertanian.go.id](mailto:dian.elisabeth@litbang.pertanian.go.id)

### ABSTRACT

*This research aimed to investigate the shelf-life of wheat, taro, and sweet potato composite flours-based dried noodles produced by a women-farming group called "Mekar Sari" in the Pelaga village, Badung District, Bali. The research was conducted from May until November 2014. The research on the shelf-life was based on the water content changing patterns by using a completely randomized design with four treatments of thickness of PE plastic, i.e. (a) P1=0,30 mm; (b) P2=0,32 mm; and (c) P3=0,35 mm; and (d) P4=0,40 mm. The identification of shelf-life adopted the acceleration method (ASLT = Accelerated Shelf Life Testing) together with the Arrhenius approach. The products were stored in various storage temperatures, i.e., 20°C, 30°C (room temperature) as a control, and 40°C. The results showed that PE plastic 0,35 mm was suitable for dried noodle packaging. In room temperature, shelf-life of the dried noodle was about 46 weeks.*

*Keywords: ASLT method, dried noodle, shelf-life, water content*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan mi kering dari tepung komposit terigu, keladi, dan ubijalar. Produk mi kering dihasilkan oleh kelompok wanita tani (KWT) Mekar Sari di Desa Pelaga, Kabupaten Badung, Bali. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2014. Penentuan umur simpan produk mi kering berdasarkan pola perubahan kadar air menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 (empat) perlakuan ketebalan plastik polietilen (PE), yaitu: P1=0,30 mm; P2=0,32 mm; dan P3=0,35 mm; dan P4=0,40 mm. Penentuan umur simpan menggunakan metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan pendekatan Arrhenius. Produk mi kering disimpan pada berbagai suhu penyimpanan, yaitu 20°C, 30°C (suhu ruang) sebagai kontrol, dan 40°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengemasan dalam plastik PE 0,35 mm lebih sesuai untuk penyimpanan mi kering. Pada suhu ruang, umur simpan mi kering dapat mencapai sekitar 46 minggu.

Kata kunci: kadar air, metode ASLT, mi kering, penentuan umur simpan

Mi merupakan produk pangan hasil olahan terigu yang sangat disukai oleh berbagai kalangan masyarakat, karena mudah dan cepat dalam penyajian serta mengenyangkan. Mi sering dijadikan sebagai makanan pengganti nasi (Hermianti dan Silfia, 2011). Terdapat beberapa jenis mi seperti mi segar, mi basah, mi kering, dan mi instan. Mi kering adalah mi mentah yang dikeringkan

dengan cara dioven hingga kadar airnya mencapai 8-10% (Mariyani, 2011). Karena kadar air yang rendah, mi kering dapat disimpan dalam waktu yang lama, yaitu lebih dari 6 (enam) bulan dalam kemasan yang kedap dan rapat (Purnawijayanti, 2009) dan penanganannya relatif lebih mudah (Kurniasari, Waluyo, dan Sugianti, 2015).

Mi kering yang dipasarkan secara komersial pada umumnya dibuat dari 100% terigu. Pada penelitian ini, 30% penggunaan terigu disubstitusi dengan tepung umbi-umbian. Hal ini berdasarkan penelitian Ratnaningsih, Permana, dan Richana (2010) bahwa rata-rata substitusi terigu dengan tepung komposit adalah 30%. Substitusi terigu dalam pengolahan produk pangan dilakukan sebagai salah satu upaya diversifikasi pangan untuk mengurangi ketergantungan terhadap konsumsi terigu, dimana selama ini kebutuhan terigu nasional masih diperoleh melalui impor (Ariani, 2010). Dalam penelitian ini, mi kering dibuat dari campuran 70% terigu, 24% tepung keladi, dan 6% tepung ubijalar sesuai hasil penelitian terbaik yang dilakukan oleh Elisabeth *et al.* (2013). Tepung keladi dibuat dari sawutan keladi yang direndam dalam larutan asam sitrat 2,0% selama 15 menit; sementara tepung ubijalar berasal dari sawutan ubijalar yang direndam dalam larutan asam sitrat 2,0% selama 5 menit (Elisabeth *et al.* 2013).

Seperti bahan bakunya yaitu tepung, mi kering juga memiliki kadar air dan aktivitas air ( $a_w$ ) yang rendah sehingga dapat disimpan relatif lama dalam suhu ruang. Menurut SNI 07-2974-1996, syarat kadar air untuk mi kering dengan kualitas utama adalah 8%; sementara untuk mi kering dengan kualitas kedua adalah 10%. Seperti halnya tepung, kerusakan mi kering juga berkaitan erat dengan penyerapan uap air dari udara melalui kemasan, sehingga beberapa jenis mikroba dapat berkembang biak (Fardiaz, 1992). Untuk pertumbuhan yang optimal, bakteri membutuhkan  $a_w=0,91$ , sementara khamir  $a_w=0,87-0,91$  dan kapang  $a_w=0,80-0,87$ . Oleh karena itu, kadar air rendah menjadi prasyarat terpenting untuk menyimpan bahan pangan kering (Bennett *et al.*, 2012).

Arpah (2001) menyatakan bahwa kemasan memiliki fungsi untuk memperpanjang umur simpan produk pangan. Umur simpan atau masa kadaluarsa merupakan informasi yang wajib dipaparkan secara terbuka oleh produsen untuk konsumen (Kusnandar, Adawiyah, dan Fitria, 2010). Umur simpan berkaitan dengan keamanan dan kelayakan produk pangan untuk dikonsumsi, dan memberikan petunjuk terjadinya perubahan citarasa, penampakan dan kandungan gizi produk tersebut (Wasono dan Yuwono, 2014).

Penentuan umur simpan produk pangan dapat dilakukan dengan cara menyimpan produk pada kondisi penyimpanan yang sebenarnya. Namun, cara ini memerlukan waktu yang lama (Kusnandar, Adawiyah, dan Fitria 2010). Gnanasekharan dan Floros (1993) mempunyai metode pendugaan umur simpan yang lebih cepat yaitu metode *Accelerated Shelf-Life Test* (ASLT). Metode ASLT ini dilakukan dengan memodifikasi lingkungan agar produk yang disimpan dapat cepat rusak pada kondisi suhu atau kelembaban ruang yang dimodifikasi tersebut. Menurut Syarif & Halid (1993) dan Arpah (2001), metode ASLT termasuk akurat dan dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan Arrhenius atau kadar air kritis.

Polietilen (PE) merupakan jenis plastik yang paling banyak digunakan sebagai kemasan pangan karena memiliki sifat mudah dibentuk, tahan terhadap berbagai bahan kimia, memiliki penampakan yang jernih, dapat mengurangi kecenderungan bahan pangan kehilangan sejumlah air, lemak, serta pengerasan tekstur (Syarief, Santausa, dan Isyana, 1989). LDPE atau *Low Density Polyethylene* memiliki daya rentang, kekuatan retak, dan ketahanan putus yang baik, stabil hingga suhu di bawah  $-60^{\circ}\text{C}$ , relatif tahan terhadap air dan uap air, namun kurang terhadap gas (Robertson, 1993). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan LDPE untuk mengemas mi kering dari tepung komposit terigu, keladi, dan ubijalar.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui masa kadaluarsa mi kering berbahan baku tepung komposit terigu, keladi, dan ubijalar menggunakan metode ASLT dengan pendekatan Arrhenius berdasarkan pola perubahan kadar air.

## **METODOLOGI**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga November 2014. Pengolahan mi kering berbahan baku tepung komposit terigu, keladi, dan ubijalar dilakukan oleh Kelompok Wanita Tani (KWT) Mekar Sari di Desa Pelaga, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung, Bali. Analisis kadar air dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana.

Bahan untuk pembuatan mi kering adalah tepung komposit keladi dan ubi jalar, terigu, air, garam, telur, soda kue, dan plastik pengemas. Alat yang digunakan adalah alat pembuat mi (*pasta maker*), baskom, timbangan, roll kayu, panci pengukus, loyang, dan oven pengering.

### **Pembuatan mi kering**

Pembuatan mi kering mengikuti metode yang digunakan oleh Ratnaningsih *et al.* (2010) dengan beberapa modifikasi pada penggunaan bahan dan proses. Bahan terdiri atas 1 kg campuran tepung yang terdiri dari 70% terigu, 24% tepung keladi, dan 6% tepung ubijalar dicampur dengan air (30-35%), garam (5 gram), telur ayam (2 butir), dan soda kue (5 gram).

Proses pembuatan semua bahan diaduk secara perlahan sampai terbentuk adonan; adonan diuleni sampai kalis (dapat ditekan-tekan dengan bantuan roll kayu); adonan kalis dibentuk bulat, ditutup plastik, dan didiamkan sekitar 30 menit; lalu adonan diuleni lagi sekitar 5 menit. Tahap berikutnya adonan dipotong-potong kecil (sekitar 100 gram), dibentuk bulat, lalu dipipihkan dan dibentuk lembaran menggunakan alat pembuat mi, kemudian lembaran adonan dibentuk menjadi untaian-untaian mi. Untaian mi dikukus pada 100°C selama 30 menit dan dipotong-potong sehingga menjadi produk mi basah, lalu mi basah dioven pada suhu 60°C selama 8-10 jam, Untuk mendapatkan mi kering.

### **Penyimpanan mi kering**

Pengujian daya simpan mi kering menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan empat perlakuan ketebalan plastik PE, yaitu P1 = 0,30 mm; P2 = 0,32 mm; P3 = 0,35 mm; dan P4 = 0,40 mm.

Penentuan umur simpan mi kering menggunakan metode akselerasi (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius dengan tahapan mi kering dikemas sesuai perlakuan (P1 sampai P4) masing-masing sebesar 50 gram, lalu disimpan pada inkubator yang diatur pada suhu 20°C, 30°C (kontrol), dan 40°C. Pengamatan dilakukan setiap dua minggu sekali selama 1,5 bulan, untuk mengetahui perubahan kadar air (metode termogravimetri, AOAC, 1995).

### **Analisis data**

#### *Uji daya simpan tepung komposit*

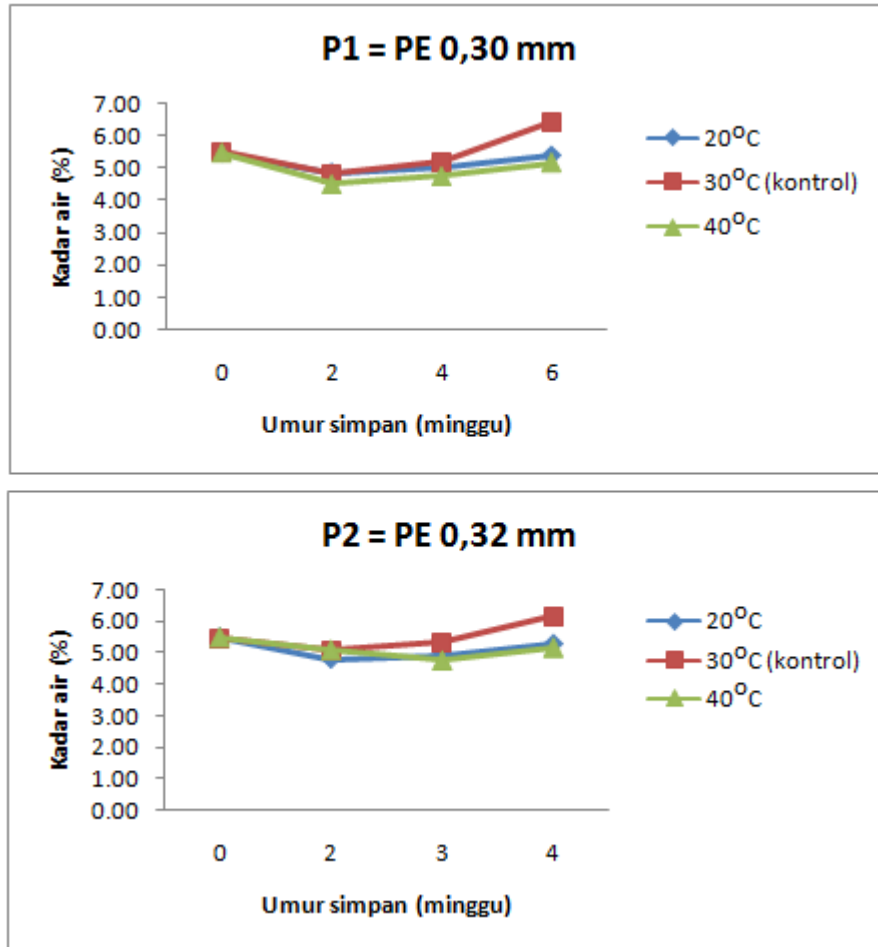
Hasil pengamatan pola perubahan kadar air mi kering selama penyimpanan kemudian diinterpretasikan ke dalam persamaan regresi linier  $y = ax + b$  untuk ordo 0 (nol) dan eksponensial untuk ordo 1 (satu) untuk mendapatkan nilai  $k$  (slope) dan  $R^2$  (korelasi). Ordo reaksi dengan nilai  $R^2$  yang lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan (Labuza dan Riboh, 1982). Nilai  $k$  dari

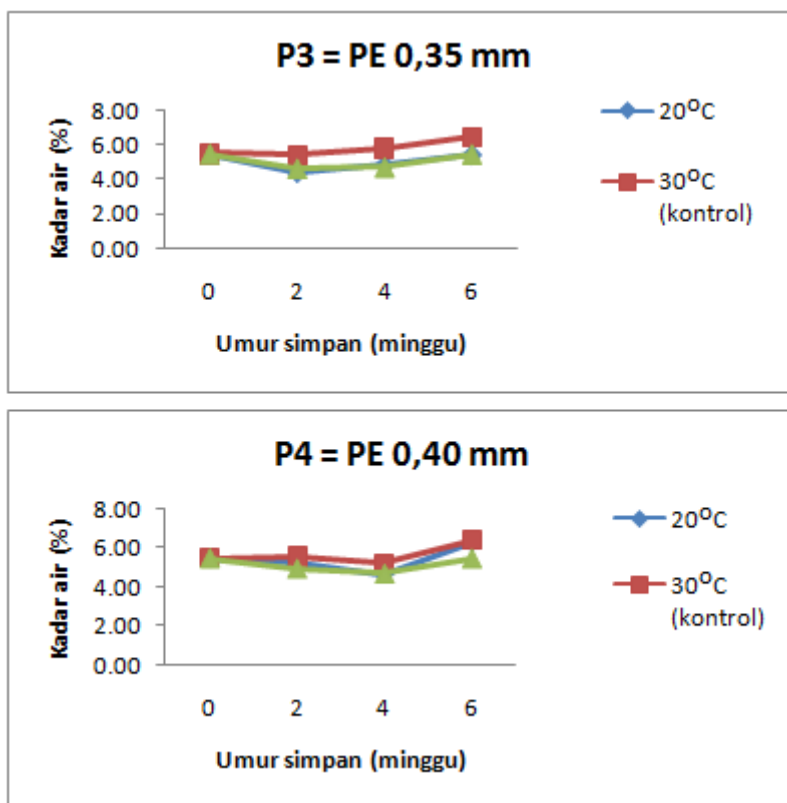
masing-masing suhu penyimpanan yang digunakan untuk menentukan umur simpan mi kering didapatkan dengan persamaan Arrhenius:

$$\ln k = Ea/R(1/T) + \ln k_0$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecenderungan perubahan kadar air mi kering dari tepung komposit terigu, keladi, dan ubijalar baik pada penyimpanan suhu 20°C, 30°C (kontrol), maupun 40°C adalah mengalami penurunan selama periode penyimpanan minggu ke-2 sampai ke-4, kemudian meningkat lagi pada periode penyimpanan minggu ke-6 sampai nilainya lebih tinggi dari kadar air awal (minggu ke-0) (Gambar 1). Perubahan kadar air tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan kelembaban lingkungan dengan sampel mi kering yang menyebabkan perbedaan tekanan parsial uap air yang akan terus berubah sampai terjadi kesetimbangan. Ketika tekanan parsial uap air lingkungan lebih besar daripada tekanan uap air di dalam kemasan, uap air dari lingkungan akan berpindah ke dalam sampel mi kering; demikian juga sebaliknya (Shahzadi *et al.*, 2005; Mustafidah dan Widjanarko, 2015).





Gambar 1. Pola perubahan kadar air mi kering selama penyimpanan 6 minggu

Dari hasil pengamatan pola perubahan kadar air produk mi kering diperoleh persamaan regresi linier dan korelasi ( $R^2$ ) untuk reaksi ordo nol seperti dapat dilihat pada Tabel 1 sampai 4. Dengan membandingkan  $R^2$  pada persamaan reaksi ordo satu pada tabel yang sama, didapatkan bahwa penentuan umur simpan mi kering menggunakan ordo nol, kecuali untuk perlakuan plastik PE 0,35 mm.

Tabel 1. Persamaan Ordo Nol dan Satu Mi Kering dalam Kemasan P1 = PE 0,30 mm

Suhu penyimpanan	P1=PE 0,30mm			
	Persamaan ordo 0	$R^2$	Persamaan ordo 1	$R^2$
20°C	$y = 0,006x + 5,211$	0,000	$y = -0,000x + 1,648$	0,000
30°C (kontrol)	$y = 0,316x + 4,690$	<b>0,362</b>	$y = 0,054x + 1,559$	0,339
40°C	$y = -0,065x + 5,141$	0,036	$y = -0,011x + 1,630$	0,027

Tabel 2. Persamaan Ordo Nol dan Satu Mi Kering dalam Kemasan P2 = PE 0,32 mm

Suhu penyimpanan	P2 = PE 0,32 mm			
	Persamaan ordo 0	$R^2$	Persamaan ordo 1	$R^2$
20°C	$y = -0,050x + 5,247$	0,043	$y = -0,009x + 1,654$	0,037
30°C (kontrol)	$y = 0,229x + 4,945$	<b>0,415</b>	$y = 0,040x + 1,605$	0,401
40°C	$y = -0,128x + 5,449$	0,313	$y = -0,024x + 1,695$	0,300

Tabel 3. Persamaan ordo nol dan satu mi kering dalam kemasan P3 = PE 0,35 mm

Suhu penyimpanan	P3=PE 0,35 mm			
	Persamaan ordo 0	R <sup>2</sup>	Persamaan ordo 1	R <sup>2</sup>
20°C	$y = 0,027x + 4,980$	0,004	$y = 0,006x + 1,599$	0,006
30°C (kontrol)	$y = 0,332x + 4,968$	0,817	$y = 0,056x + 1,615$	<b>0,823</b>
40°C	$y = 0,002x + 5,080$	3,0E-05	$y = -0,000x + 1,621$	7,0E-05

Tabel 4. Persamaan Ordo Nol dan Satu Mi Kering dalam Kemasan P4 = PE 0,40 mm

Suhu penyimpanan	P4=PE 0,40 mm			
	Persamaan ordo 0	R <sup>2</sup>	Persamaan ordo 1	R <sup>2</sup>
20°C	$y = 0,183x + 4,964$	0,121	$y = 0,029x + 1,611$	0,092
30°C (kontrol)	$y = 0,239x + 5,070$	<b>0,368</b>	$y = 0,039x + 1,632$	0,347
40°C	$y = -0,031x + 5,224$	0,010	$y = -0,006x + 1,52$	0,011

Selanjutnya, dengan menghubungkan setiap satu per suhu penyimpanan ( $1/T$ ) yang dinyatakan dalam derajat Kelvin ( $^{\circ}K$ ) dengan nilai  $k$  (slope) yang di-naturallog-kan menjadi  $\ln k$  dari setiap persamaan regresi linear diperoleh persamaan Arrhenius untuk masing-masing ketebalan kemasan plastik PE seperti dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persamaan Arrhenius untuk Kadar Air Mi Kering

Ketebalan plastik PE	Parameter persamaan Arrhenius					Persamaan linear (Ln k dan $1/T$ )	Persamaan Arrhenius (Ln $k = Ea/R(1/T) + \ln k_0$ )
	Suhu ( $^{\circ}C$ )	Suhu ( $^{\circ}K$ )	$1/T$ ( $^{\circ}K$ )	Slope (k)	Ln k		
P1=0,30mm	20	293	0,0034	0,006	-5,116	$y = 2148x - 9,524$	Ln $k = -4266(1/T) - 9,524$
	30	303	0,0033	0,316	-1,152		
	40	313	0,0032	0,065	-2,733		
P2=0,32mm	20	293	0,0034	0,050	-2,996	$y = -4414x + 12,40$	Ln $k = -8766,2(1/T) + 12,40$
	30	303	0,0033	0,229	-1,474		
	40	313	0,0032	0,128	-2,056		
P3=0,35mm <sup>a)</sup>	20	293	0,0034	0,027	-3,612	$y = 11546x - 41,77$	Ln $k = 22930,36(1/T) - 41,77$
	30	303	0,0033	0,332	-1,103		
	40	313	0,0032	0,002	-6,215		
P4=0,40mm	20	293	0,0034	0,183	-1,698	$y = 8022x - 28,69$	Ln $k = 15931,69(1/T) - 28,69$
	30	303	0,0033	0,239	-1,431		
	40	313	0,0032	0,031	-3,473		

Keterangan: Karena nilai  $k$  pada  $T=40^{\circ}C$  untuk ordo 1 (satu) adalah 0, penghitungan persamaan Arrhenius untuk perlakuan P3 menggunakan ordo 0 (nol)

Dari persamaan Arrhenius pada Tabel 5 diperoleh nilai  $k$  untuk masing-masing suhu penyimpanan yang digunakan untuk menentukan umur simpan mi kering. Kadar air kritis yang digunakan pada penelitian adalah 14,5%. Standar maksimal untuk kadar air mi kering (kualitas kedua) sebenarnya adalah 10% (SNI 01-2974-1996). Namun, berdasarkan SNI terbaru untuk mi instan, yaitu SNI 01-3551-2000, didapatkan bahwa kadar air 10% adalah untuk mi kering dengan proses penggorengan (mi instan), sementara untuk mi kering dengan proses pengeringan lain, kadar

air dapat mencapai maksimal 14,5%. Hasil pendugaan umur simpan mi kering disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pendugaan Umur Simpan Mi Kering Berdasarkan Respon Kadar Air

Suhu penyimpanan (°C)	t simpan (minggu)			
	P1= PE 0,30 mm	P2= PE 0,32 mm	P3= PE 0,35 mm	P4= PE 0,40 mm
20	10,65	17,07	12,63	4,41
30 (kontrol)	13,56	10,38	<b>46,37</b>	10,88
40	17,01	6,52	<b>156,66</b>	25,35

Tabel 6 menunjukkan data pendugaan umur simpan mi kering masih bersifat fluktuatif belum menunjukkan tren berdasarkan ketebalan plastik PE sebagai bahan kemasan. Plastik PE memiliki sifat permeabilitas terhadap uap air dan air yang rendah (Sacharow dan Griffin, 1980). Permeabilitas yang rendah terhadap uap air menunjukkan kemasan cenderung sulit dilewati oleh partikel uap air. Semakin rendah permeabilitas kemasan, umur simpan produk semakin lama. Plastik PE yang lebih tebal memiliki permeabilitas uap air yang lebih rendah sehingga lebih dapat menahan laju penetrasi uap air dari dan ke dalam kemasan dan laju perubahan kadar air produk pangan (Wulandari, Waluyo, dan Novita, 2013).

Selain permeabilitas bahan kemasan terhadap uap air, faktor lain yang menyebabkan peningkatan kadar air bahan pangan selama penyimpanan adalah sifat higroskopis bahan pangan yang dikemas dan tingkat kelembaban udara lingkungan terhadap produk pangan (Wijaya, 2007). Suhu penyimpanan juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu produk pangan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, aktivitas enzimatis bahan pangan berlangsung lebih aktif sehingga meningkatkan laju respirasi yang mengakibatkan laju reaksi berbagai senyawa kimia berlangsung lebih cepat (Suradi, 2009 dan Kristiani, 2012); dalam hal ini termasuk juga peningkatan kadar air bahan pangan.

Berdasarkan hasil perhitungan, mi kering yang disimpan dalam kemasan PE 0,35 mm pada suhu 40°C memiliki umur simpan yang paling lama yaitu sekitar 156 minggu (Tabel 6). Umur simpan mi kering memang termasuk panjang, bisa lebih dari 6 (enam) bulan (Purnawijayanti, 2009). Berdasarkan hasil penelitian Haryadi (2002), umur simpan mi kering dengan kadar air 11% adalah sekitar 6-12 bulan dan mampu mempertahankan warna cemerlang produk. Oleh karena itu, pada penelitian ini umur simpan mi kering yang paling mendekati hasil penelitian lainnya ditetapkan adalah mi kering yang disimpan pada kemasan PE 0,35 mm pada suhu 30°C (kontrol), yaitu sekitar 46 minggu. Meskipun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa umur simpan mi kering hasil penelitian ini dapat mencapai 156 minggu atau sekitar 3 (tiga) tahun mengingat perubahan kadar air selama penyimpanan pada suhu 20, 30, dan 40°C sangat rendah yaitu berkisar 4,42 sampai 6,46. Namun, hal tersebut masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

## SIMPULAN

Berdasarkan respon kadar air, mi kering dari tepung komposit terigu, keladi, dan ubijalar yang dikemas dalam plastik PE 0,35 mm pada suhu 30°C (kontrol) memiliki umur simpan yang paling sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya terkait umur simpan mi kering yaitu sekitar 46 minggu.

## REFERENSI

- [AOAC] Association of official analytical chemists. (1995). *Official method of analysis of the association of official analytical chemists*. Arlington: AOAC Inc.
- Ariani, M. (2010). Analisis konsumsi pangan tingkat masyarakat mendukung pencapaian diversifikasi pangan. *Gizi Indonesia*, 33(1): 20-28.
- Arpah. (2001). *Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan*. Buku dan Monograf. Program Studi Ilmu Pangan, Program Pasca Sarjana, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bennett, J. W., Hung, R., Lee, S. L., & Padhi, S. (2012). Fungal and bacterial volatile organic compounds : an overview and their role as ecological signaling agents. *The mycota: Fungal associations IX*: 373–393. doi:10.1007/978-3-642-30826-0\_18.
- Elisabeth, D. A. A., NK.T.A. Yanti, M. Sugianyar, & F.S. Aurum. (2013). *Introduksi teknologi pengolahan tepung komposit keladi dan ubijalar*. Laporan akhir. Bali: KKP3SL BPTP Bali, SMARTD, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Fardiaz. S. (1992). *Mikrobiologi pangan 1*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Gnanasekharan, V. & Floros, J.D. (1993). *Shelf life prediction of packaged foods*. In *the shelf life of foods and beverages*. charalambous, G. (Ed.), pp. 1081-1118, New York: Elsevier Sci. Publ. Ltd.
- Haryadi. (2002). *The current status and future prospects of sago palms in Java*. Dalam K. Kaimuna, M. Okazaki, Y. Toyoda, & J.E. Cecil (eds). 2002. *New frontiers in sago palm studies*. Prosiding 'The international symposium on sago', 15-17 Oktober 2001. Tsukuba. Tokyo: Universal Academy Press, Inc.
- Hermianti, W. & Silfia. (2011). Pengaruh beberapa jenis talas (*Xanthosoma* sp) dan bahan fortifikasi pangan dalam pembuatan mie. *Jurnal Litbang Industri*, vol. 1(1): 39-45.
- Kristiani, S. (2012). Kajian suhu dan kadar air terhadap kualitas benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) selama penyimpanan. *Makalah seminar umum*. Yogyakarta: Fak. Pertanian, UGM,.
- Kurniasari, E. S. Waluyo, & C. Sugianti. (2015). Mempelajari laju pengeringan dan sifat fisik mie kering berbahan campuran tepung terigu dan tepung tapioka. *Jurnal teknik pertanian Lampung* 4(1): 1-8.
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Fitria, M. (2010). Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal teknol dan industri pangan XXI*(2): 1–6.
- Labuza, T.P. & D.Riboh. (1982). Theory and application of arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in food. *Jurnal food technology*, vol. 36:66-74.
- Mariyani, N. (2011). Studi pembuatan mie kering berbahan baku tepung singkong dan mocol (*modified cassava flour*). *Jurnal sains terapan*, vol. 1(1):9-11.
- Mustafidah, C. & S. B. Widjanarko. (2015). Umur simpan minuman serbuk berserat dari tepung porang (*Amorophallus oncophillus*) dan karagenan melalui pendekatan kadar air kritis. *Jurnal pangan dan agroindustri*, vol. 3(2): 650-660.
- Purnawijayanti, H.A. (2009). *Mi Sehat*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Ratnaningsih, A. W. Permana, & N. Richana. (2010). Pembuatan tepung komposit dari jagung, ubikayu, ubi jalar, dan terigu (lokal dan impor) untuk produk mi. *Prosiding pekan serealia nasional*, 2010. ISBN: 978-979-8940-29-3. Hal. 421-432.
- Robertson, G. L. (1993). *Food packaging: Principles and practice*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Sacharow, S. & R. C. Griffin. (1980). *Principles of food packaging*. The AVI Publishing, Co. Inc. Westport, Connecticut.



- Shahzadi, N., M. S. Butt, S. U. Rehman, & K. Sharif. (2005). Chemical characteristics of various composite flours. *Int'l Journal of agriculture and biology*, vol. 7(1): 105-108.
- Suradi, K. (2009). Aplikasi model arrhenius untuk pendugaan penurunan masa simpan daging sapi pada penyimpanan suhu ruang dan refrigerasi berdasarkan nilai TVB dan pH. Diakses pada tanggal 15 Mei 2015 dari situs [pustaka.unpad.ac.id](http://pustaka.unpad.ac.id).
- Syarief, R., S. Santausa & St Isyana. (1989). *Teknologi pengemasan pangan*. Bogor: Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Syarif, R., & H. Halid. (1993). *Teknologi penyimpanan pangan*. Bogor: Pusat Studi Antar Universitas IPB.
- Wasono, M.S.E & Yuwono, S.S. (2014). Pendugaan umur simpan tepung pisang goreng menggunakan metode *accelerated shelf life testing* dengan pendekatan Arrhenius. *Jurnal pangan dan agroindustri*, vol. 2(4): 178-187.
- Wijaya, C. H. (2007). Pendugaan umur simpan produk kopi instan formula merk-Z dengan metode arrhenius. *Skripsi*. Bogor: Fateta, IPB.
- Wulandari, A., S. Waluyo, & D. D. Novita. (2013). Prediksi umur simpan kerupuk kemplang dalam kemasan plastik polipropilen beberapa ketebalan. *Jurnal teknik pertanian lampung*, vol. 2(2):105-114.