

Artikel Penelitian

Pendugaan Umur Simpan Tiwul Instan Tinggi Protein yang Dikemas dalam Aluminium Foil dan Polietilen Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis

“High Protein Instant Tiwul” Shelf Life Packed with Aluminum Foil and Polyethylene Using Critical Moisture Content Approach

Friska Citra Agustia^{1*}, Herastuti Sri Rukmini², Rifda Naufalin², Abdul Muklis Ritonga³

¹Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

²Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

³Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*Korespondensi dengan penulis (furissuka@yahoo.co.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 10 Januari 2020 dan dinyatakan diterima tanggal 30 November 2020. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2021

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk menentukan umur simpan tiwul instan tinggi protein yang dibuat dari tepung ubi kayu dengan perlakuan modifikasi mikrobiawi dan kimiawi yang dikemas dalam kemasan aluminium foil dan plastik polietilen yang dihitung menggunakan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Modifikasi mikrobiawi dilakukan dengan memfermentasi ubi kayu dengan ragi tape 4% dan diinkubasi selama 6 jam, sedangkan perlakuan kimiawi adalah dengan cara merendam ubi kayu dalam larutan soda kue selama 15 menit. Tiwul instan selanjutnya dibungkus dalam kemasan aluminium foil dan kemasan plastik polietilen. Kadar air tiwul dan tekstur dianalisis selama penyimpanan. Pembuatan pola kurva isotherm sorpsi air dan penghitungan masa simpan produk juga dilakukan pada penelitian ini. Hasilnya, tiwul instan perlakuan modifikasi kimiawi pada ubi kayu mempunyai masa simpan sekitar dua kali lipat dari perlakuan modifikasi mikrobiawi, yaitu masing-masing selama 4,88 tahun dan 2,13 tahun (yang disimpan dalam polietilen) serta 8,55 dan 3,89 tahun (yang disimpan dalam aluminium foil). Kesimpulannya, pendekatan titik air kritis dapat dilakukan untuk mendeteksi masa simpan tiwul instan, baik yang dikemas dalam aluminium foil maupun kemasan polietilen yang dapat menghasilkan masa simpan tiwul instan.

Kata kunci : umur simpan, tiwul instan tinggi protein, ubi kayu, metode akselerasi, kadar air kritis

Abstract

The research aims to determine the shelf life of high protein instant tiwul made from cassava flour with chemical and microbial modification packed in aluminum foil and polyethylene plastic packaging using the acceleration method with the critical moisture content approach. Fermented cassava (at 4% concentration for 6 hours incubation) was used as microbial modification treatment while cassava immersed in baking soda solution for 15 minutes was also applied as chemical modification. Instant tiwul was then packaged using aluminum foil and polyethylene. Moisture content of instant tiwul was determined during storage while water sorption isotherm curve patterns was also generated. Instant tiwul of cassava with chemical modified treatment had twice in shelf life, longer than those of microbial modification treatment, resulting 4.88 and 2.13 years (using polyethylene package) while 8.55 and 3.89 years (using aluminum foil), respectively. As conclusion, critical moisture approach could be used in the detection of shelf life in instant tiwul with polyethylene and aluminum foil packaging.

Keywords : shelf life, high protein instant tiwul, cassava, accelerated method, critical moisture content

Pendahuluan

Tiwul adalah salah satu makanan tradisional dari ubi kayu dan dalam perkembangannya, dapat dibuat sebagai makanan instan yang dalam penyajiannya diperlukan penambahan sedikit air, gula, dan garam (Rukmini *et al.*, 2015). Penelitian tiwul instan kemudian berkembang menjadi makanan yang berprotein tinggi dengan memanfaatkan bahan lokal (Agustia *et al.*, 2016; Agustia dan Rukmini, 2017). Tiwul instan dengan penambahan lembaga sereal dan konsentrat protein kedelai dinilai memiliki kadar protein tinggi dan sensori yang disukai (Agustia dan Rukmini, 2017). Selanjutnya Agustia *et al.* (2016) berhasil membuat tiwul instan yang

diperkaya dengan tepung kacang koro pedang dan kedelai pra germinasi yang telah menghasilkan produk dengan kadar protein berkisar 6-12%.

Tepung ubi kayu sebagai bahan utama tiwul instan, dapat dibuat dengan metode fermentasi (Uyoh *et al.*, 2009). Pengembangan teknologi pengolahan tepung ubi kayu secara fermentasi telah dilaporkan oleh Subagyo (2006), dalam bentuk sebuah produk yang bernama mocaf (*modified cassava flour*). Amri dan Pratiwi (2014) melaporkan tentang pembuatan mocaf dengan metode fermentasi dengan ragi (atau metode modifikasi mikrobiawi). Fermentasi ubi kayu diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi tepung yang dihasilkan

serta meningkatkan kualitas rasa dan mutu, nilai cerna, serta meningkatkan keamanan pangan dari ubi kayu (Uyoh *et al.*, 2009). Menurut Supadmi *et al.* (2016), tepung ubi kayu modifikasi memiliki nilai IG rendah dan pati yang tinggi, yaitu berkisar 88,61–91,50%. Triana dan Kamilla (2018) melaporkan perendaman menggunakan soda kue (NaHCO_3) dapat mengurangi kadar HCN dan memperbaiki sifat fisikokimia tepung ubi kayu. Proses perendaman dalam soda kue ini, dapat disebut dengan modifikasi kimiawi. Bahan tepung ubi kayu ini selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan tiwul instan. Tiwul instan yang dihasilkan belum diketahui umur simpannya, sehingga perlu diketahui umur simpannya.

Metode *Accelerated Shelf Life Testing*/ASLT merupakan metode penentuan umur simpan produk pangan dengan menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat terjadinya reaksi-reaksi penurunan mutu produk pangan (Calligaris *et al.*, 2019). Metode akselerasi dapat dilakukan dalam waktu relatif singkat dan pada kondisi ekstrim namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tepat (Habibah dan Aminah, 2004; Phimolsiripol and Suppakul, 2016). Ketepatan pemilihan jenis kemasan sangat berpengaruh pada daya tahan produk selama penyimpanan (Kamsiati *et al.*, 2014; Destiana *et al.*, 2016; Halimatuddini *et al.*, 2019). Menurut Ninsix *et al.* (2018), jenis kemasan yang sering digunakan untuk produk instan ialah *low density polyethylene* (LDPE), *polypropylene* (PP), dan aluminium foil. Penelitian tentang pendugaan umur simpan produk dalam berbagai kemasan telah banyak dilakukan (Kurniawan *et al.*, 2018) yang salah satunya adalah dengan pendekatan arhenius (Jena and Das, 2012). Amanto *et al.* (2011) menyatakan umur simpan tepung jagung kuning instan yang dikemas dalam plastik polietilen dapat memiliki umur simpan selama 107 hari. Menurut Sugiyono *et al.* (2017), *cracker* jagung yang disimpan pada suhu 30 °C kelembapan 75% memiliki umur simpan 366 hari pada kemasan *metallized plastic*. Penelitian lainnya yaitu tentang umur simpan susu bubuk dengan kemasan aluminium foil dapat mencapai 17,2 bulan dan dengan kemasan *metallized plastic* mencapai 12 bulan (Aprida *et al.*, 2017), sedangkan umur simpan keripik ikan beledang pada kemasan *polypropylene* adalah hampir mencapai 10 bulan (Rosalina dan Silvia, 2015). Dari berbagai penemuan tersebut, belum ditemukan dokumentasi mengenai masa simpan tiwul instan.

Tiwul instan merupakan produk kering yang memiliki tekstur yang renyah dan mudah menyerap uap air dari udara sekitar (Rukmini *et al.*, 2015). Menurut Ninsix *et al.* (2018), faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk sehingga kadar air menjadi titik kritis dalam menentukan karakteristik fisiko-kimia, mikrobiologi, dan organoleptik selama produksi dan penyimpanan produk instan.

Penelitian sebelumnya mengenai tiwul instan tinggi protein yang terbuat dari tepung ubi kayu, tepung koro pedang, dan susu skim berhasil diproduksi dan disukai oleh panelis (Agustia *et al.*, 2016) namun belum

diketahui umur simpannya. Mengingat tidak adanya dokumen umur simpan produk tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan tiwul instan. Penelitian ini sangat bermanfaat untuk sumber informasi penentuan daya tahan produk tiwul instan sebagai dasar dalam perhitungan distribusi atau marketing nantinya.

Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah ubi kayu yang diperoleh dari tradisional Pasar Wage Purwokerto, kacang koro pedang yang diperoleh dari Petani di Bogor, susu skim, gula. Bahan sekunder diperoleh dari Toko Intisari Purwokerto. Peralatan yang digunakan adalah pengering kabinet (Aneka Mesin AM-TD24, Indonesia), timbangan analitik (Ohaus PX 224/e, China), oven elektrik (Kirin KBO-90M, Indonesia) dan oven digital (Memmert 53 L, Germany), blender (Philips HR2223, Indonesia), ayakan stainless steel (Test Sieve Analys, Indonesia) 60 dan 80 mesh, cetakan granular (Philips Pasta and Noodle Maker HR2332/12, Indonesia), hygrometer (Dekko-642 N, China), dan penetrometer (GY-4 Digital Fruit Penetrometer, China).

Metode

Penelitian ini dilakukan dari Januari sampai April 2018 di Laboratorium Pengolahan Pangan dan Gizi Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian menggunakan metode penelitian eksperimental. Perlakuan pada ubi kayu dilakukan secara modifikasi mikrobiawi dan kimiawi yang kemudian dilakukan pengemasan dengan aluminium foil dan plastik polietilen. Pendugaan umur simpan dilakukan dengan menggunakan metode ASLT berdasarkan pendekatan kadar air kritis. Persamaan untuk menentukan umur simpan dinyatakan dengan model Bell dan Labuza (2000). Variabel yang diamati adalah kadar air dan tekstur selama penyimpanan.

Pembuatan Tepung Ubi Kayu

Ubi kayu dikupas kemudian diiris menggunakan *slicer* ukuran $\leq 0,5$ cm, yang selanjutnya dicuci dan dikukus selama 15 menit. Proses berikutnya, ubi kayu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 55–60 °C selama ± 24 jam. Ubi kayu kering kemudian digiling dan diayak menggunakan ayakan ukuran 80 *mesh*. Tepung yang lolos ayakan selanjutnya disimpan rapat sampai siap digunakan (Agustia *et al.*, 2016).

Proses Modifikasi Mikrobiawi

Ubi kayu dikupas kemudian diiris menggunakan *slicer* ukuran $\leq 0,5$ cm, selanjutnya dicuci dan dikukus selama 5 menit. Proses selanjutnya direndam dalam larutan 4% ragi tape, dengan rasio 1:5 (b/v) selama 6 jam. Ubi kayu yang telah direndam, kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir sampai pH nya netral ± 7 , kemudian dikukus selama 5 menit. Proses selanjutnya dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 55–60 °C selama ± 24 jam atau sampai kering patah. Ubi kayu kering kemudian digiling

dan diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh. Tepung yang lolos ayakan selanjutnya disimpan rapat sampai digunakan (Agustia *et al.*, 2016).

Proses Modifikasi Kimiawi

Sebanyak 500 g ubi kayu disortasi, dikupas, dicuci, diiris-iris dengan *slicer* (ketebalan 1–2 cm), direndam dalam larutan soda kue (NaHCO_3 14 g/liter selama 15 menit), selanjutnya dicuci dengan air sampai pH ± 7 . Kemudian ubi kayu iris-netral dilakukan *steam blanching* 15 menit, selanjutnya dikeringkan dalam *cabinet dryer* (55–60 °C; sampai kering patah ± 20 jam), kemudian dihaluskan dan diayak dengan ayakan 80 mesh (Agustia *et al.*, 2016).

Pembuatan Tepung Koro Pedang

Sebanyak 250 g kacang koro pedang dibungkus dengan menggunakan kain saring dan diikat menggunakan tali, kemudian dimasukkan ke dalam larutan 3% NaOH yang mendidih selama 7–8 menit, kemudian dicuci dalam air mengalir sambil diremas-remas untuk melepaskan kulitnya. Setelah itu dikukus selama 30 menit dan diiris tipis sebelum selanjutnya dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 55–60 °C selama ± 24 jam atau sampai kering patah yang kemudian digiling serta diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh. Tepung yang lolos ayakan selanjutnya disimpan rapat sampai digunakan (Agustia *et al.*, 2016).

Pembuatan Tiwul Instan Tinggi Protein

Tepung ubi kayu, tepung koro pedang, dan susu skim dengan proporsi 65:35:5, dicampur rata bersama dengan bahan lain yaitu 0,5% *baking powder*, 2% agar; 20% gula; 0,5% vanila; 0,5% garam dan air hangat sampai adonan berbentuk granula terbentuk. Setelah itu campuran dikukus selama 15 menit kemudian dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 55–60 °C selama ± 20 jam atau sampai kering patah, lalu ditunggu sampai agak dingin dan kemudian dibentuk kembali menjadi granula tiwul instan. Tiwul instan kering kemudian dikemas rapat sampai saat digunakan untuk analisis (Agustia *et al.*, 2016).

Analisis Kadar Air

Tiwul instan dianalisis kadar airnya dengan menggunakan metode termogravimetri. Analisis kadar air awal tiwul instan dan kadar air selama penyimpanan untuk penetapan masa simpan tiwul menggunakan metode yang sesuai dengan Sudarmadji *et al.* (1997).

Analisis Sensori Tekstur

Uji sensori tekstur tiwul instan dilakukan berdasarkan prinsip pada penelitian terdahulu (Setyaningsih, 2010) yang menggunakan 25 panelis semi terlatih, yaitu mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Jendral Soedirman. Skala penilaian berkisar dari 1 sampai 7. Skor 1 adalah sangat tidak renyah dan skor 7 adalah sangat renyah (Kusnandar *et al.*, 2010).

Pengukuran Kadar Air Awal dan Kadar Air Kritis

Kadar air tiwul sebelum disimpan (M_0) diukur dengan metode termogravimetri (dengan oven) dan dinyatakan sebagai g $\text{H}_2\text{O}/\text{g}$ padatan sebagaimana digunakan pada peneliti sebelumnya (Kusnandar *et al.*, 2010). Kadar air kritis (M_c) adalah nilai kadar air pada kondisi produk pangan mulai tidak diterima oleh konsumen secara sensoris. Pengujian skor kerenyahan dilakukan dengan cara menggigit dan mengunyah butiran tiwul instan mentah tersebut. Selanjutnya dibuat kurva hubungan antara skor kerenyahan tiwul dengan kadar air tiwul selama 5 hari dan dibuat persamaan regresi liniernya. Kadar air kritis dihitung pada skor kerenyahan hasil penilaian panelis dengan skor 3 (agak tidak renyah).

Pembuatan Kurva Isotherm Sorpsi Air

Kurva sorpsi air dibuat dengan cara memplotkan kadar air kesetimbangan dengan nilai RH kesetimbangan sesuai dengan peneliti sebelumnya (Kusnandar *et al.*, 2010). Dari kurva ini ditentukan nilai kemiringan (*slope*) kurva isotherm sorpsi air (b). Masa simpan produk dihitung menurut persamaan sebagai berikut:

$$t = \frac{\ln \frac{(M_e - M_0)}{(M_c - M_0)}}{\frac{k}{x} \left[\frac{A}{W_s} \right] \frac{P_0}{b}}$$

Keterangan:

t = waktu perkiraan umur simpan (hari)

M_e = kadar air keseimbangan produk (g H_2O / g padatan)

M_0 = kadar air awal produk (g H_2O / g padatan)

b = kemiringan (*slope*) kurva isotherm sorpsi air

M_c = kadar air kritis (g H_2O / g padatan)

k/x = konstanta permeabilitas uap air kemasan (g/m². hari. mmHg)

A = luas permukaan kemasan (m²)

W_s = berat kering produk dalam kemasan (g padatan)

P_0 = tekanan uap jenuh (mmHg)

Hasil dan Pembahasan

Dasar Penetapan Umur Simpan

Tiwul instan tinggi protein yang ditetapkan masa simpannya ada 3 macam yaitu tiwul instan kontrol, tiwul instan modifikasi mikrobiawi, dan tiwul instan modifikasi kimiawi. Bahan pengemas yang digunakan adalah aluminium foil dan plastik polietilen. Selama periode penyimpanan dilakukan uji tekstur oleh 25 panelis semi terlatih yang menghasilkan data skor kerenyahan, nilai kerenyahan dari penggunaan penetrometer, dan kadar air (Tabel 1, 2 dan 3). Kadar air kritis didapatkan dari persamaan regresi linier pada saat skor kerenyahan panelis bernilai 3 (skala agak tidak renyah, seperti yang dikemukakan dalam Kusnandar *et al.* (2010). Hubungan ini juga telah disampaikan oleh peneliti sebelumnya (Asiah *et al.*, 2018).

Kadar Air Awal dan Kadar Air Kritis

Hasil penelitian menunjukkan kadar air awal tiwul instan kontrol, perlakuan modifikasi mikrobiawi, dan kimawi berturut-turut 6,52; 6,24; dan 6,01 yang menghasilkan M_0 masing-masing sebesar 0,070; 0,067; dan 0,064 g $\text{H}_2\text{O}/\text{g}$ padatan (data tidak ditampilkan). Hasil uji panelis terhadap tekstur tiwul instan tinggi protein menunjukkan bahwa pada hari ke-3, secara

berturut-turut untuk skor tiwul instan kontrol, perlakuan modifikasi mikrobiawi dan kimiawi bernilai 2,73; 2,73; 3,27 yang ketiganya mempunyai kategori “agak tidak renyah” dan produk tidak dapat diterima secara sensoris. Hal ini sesuai dengan pernyataan Afriyanti (2017), Ikasari *et al.* (2017), Fiana dan Refdi (2018), yang menyatakan bahwa selama penyimpanan dapat terjadi proses penyerapan uap air dari lingkungan yang menyebabkan produk kering mengalami penurunan mutu menjadi lembab/tidak renyah. Atas dasar ini, uji oleh panelis, uji tekstur dengan penetrometer, penetapan kadar air produk, dilakukan hanya sampai dengan hari ke-4.

Tabel 1. Rata-rata skor panelis, nilai kerenyahan dan kadar air tiwul instan kontrol

Waktu (hari)	Skor kerenyahan	Nilai kerenyahan	Kadar air (g H ₂ O/g padatan)
0	5,20 ±0,86	2,49±0,52	6,35±0,51
1	4,27±0,88	2,04±0,68	7,80±1,58
2	3,27±0,59	3,25±0,93	8,80±1,75
3	2,73±0,59	2,34±0,72	9,41±0,70
4	2,00±0,84	2,85±0,85	11,02±1,3

Tabel 2. Rata-rata skor panelis, nilai kerenyahan, dan kadar air tiwul instan dengan modifikasi mikrobiawi

Waktu (hari)	Skor kerenyahan	Nilai kerenyahan	Kadar air (g H ₂ O/g padatan)
0	5,73±0,88	2,65±0,51	6,57±0,72
1	4,20±0,77	2,51±0,84	8,20±2,6
2	3,47±0,64	2,95±0,95	9,44±2,86
3	2,73±0,79	2,30±0,67	10,49±1,93
4	2,00±0,76	1,89±0,91	12,01±1,41

Tabel 3. Rata-rata skor panelis, nilai kerenyahan, dan kadar air tiwul instan dengan modifikasi kimiawi

Waktu (Hari)	Skor kerenyahan	Nilai kerenyahan	Kadar air (g H ₂ O/g padatan)
0	6,00±0,65	2,73±0,72	6,18±0,95
1	4,73±0,79	2,02±0,95	7,76±3,49
2	4,07±0,88	2,92±1,06	8,84±2,14
3	3,27±1,09	2,54±0,73	9,90±1,98
4	2,33±0,62	2,48±0,86	10,71±0,86

Skor panelis, nilai kerenyahan dengan penetrometer, dan hasil analisis kadar air tiwul instan kontrol disajikan pada Tabel 1, selanjutnya dibuat grafik hubungan skor kerenyahan oleh panelis (y) dan kadar air tiwul instan (x) sehingga diperoleh persamaan regresi linier $y = -0,714x + 9,693$, dengan nilai $R^2 = 0,979$. Dari persamaan tersebut dapat dihitung nilai kadar air kritis (Mc) saat skor kerenyahan oleh panelis bernilai 3, yaitu sebesar 9,37%. Nilai R^2 yang didapat menandakan hubungan skor panelis dan kadar air tiwul yang sangat erat. Menurut Solihin *et al.* (2015) perubahan kadar air dapat terjadi karena adanya proses absorpsi uap air dari udara ke produk selama masa penyimpanan. Kadar air kritis tiwul kontrol 9,37% atau bernilai 0,1034 g H₂O/g padatan. Dengan cara yang sama dapat dihitung kadar air kritis (Mc) tiwul instan dari ubi kayu dengan perlakuan

modifikasi mikrobiawi dan modifikasi kimiawi yang masing-masing menghasilkan persamaan regresi linier $y = -0,681x + 9,991$ (dengan nilai $R^2 = 0,981$) serta persamaan $y = -0,78x + 10,85$ (dengan nilai $R^2 = 0,991$). Kadar air kritis untuk perlakuan modifikasi mikrobiawi dan modifikasi kimiawi masing-masing sebesar 10,266% (0,1144 g H₂O/g padatan) dan 10,064% atau 0,112 g H₂O/g padatan.

Slope Kurva Isoterm Sorpsi Air

Data hubungan kadar air kesetimbangan dengan a_w diuji dengan menggunakan enam model persamaan yakni Model Hasley, Chen Clayton, Henderson, Caurie, Oswin dan Guggenheim Anderson de Boer (GAB). Uji ketepatan model dilakukan dengan menghitung MRD (*Mean Relative Determination*) (Kusnandar *et al.*, 2010). Dari hasil uji pada penelitian ini, diketahui bahwa Model Caurie memberikan nilai % MRD yang terendah (data tidak ditampilkan). Menurut Tarigan *et al.* (2006) makin rendah nilai % MRD maka model isotherm sorpsi air tersebut dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya dengan tepat. Oleh karena itu, Model Caurie digunakan dalam penelitian ini sebagai model yang memberikan nilai isotherm sorpsi air yang paling tepat untuk tiwul instan pada penelitian ini.

Penetapan Umur Simpan

Untuk menghitung umur simpan tiwul instan tinggi protein diperlukan data sebagai berikut: kadar air kesetimbangan (Me), kadar air awal produk (Mo), kadar air kritis (Mc), kemiringan (*slope*), konstanta permeabilitas kemasan (k/x), luas permukaan kemasan (A), berat kering produk dalam kemasan (Ws), tekanan uap jenuh (Po). Nilai k/x untuk kemasan polietilen (PE) dan aluminium foil masing-masing untuk tiwul instan kontrol, modifikasi mikrobiawi, dan modifikasi kimiawi dapat dilihat pada Tabel 4.

Luas permukaan kemasan (A) PE dan aluminium foil masing-masing adalah 0,056 dan 0,028 m², yang menghasilkan berat kering tiwul instan dalam kisaran 325,591 sampai 374,424 g padatan (Tabel 4). Kemasan aluminium foil dinilai lebih mampu melindungi tiwul instan tinggi protein daripada kemasan PE yang ditunjukkan dari hasil bahwa masa simpan tiwul dalam kemasan aluminium foil hampir dua kali lipat dari PE. Hal ini dikarenakan sifat permeabilitas kemasan aluminium foil yang lebih baik daripada kemasan PE dan lebih sesuai dengan kondisi jenis bahan yang dikemas. Tiwul instan tinggi protein pada penelitian ini merupakan produk pangan berkadar air rendah yang berkisar 6,01–6,52 %bb sehingga dalam kondisi pengemasan yang baik (PE; aluminium foil) dapat mempunyai masa simpan tinggi. Dalam kemasan PE, tiwul mempunyai umur simpan sampai 4,88 tahun sedangkan dalam tiwul dalam kemasan aluminium foil dapat disimpan sampai 8,55 tahun. Penelitian ini juga membuktikan bahwa perlakuan terhadap ubi kayu dengan modifikasi mikrobiawi maupun kimiawi dapat meningkatkan masa simpan tiwul.

Tiwul instan dengan perlakuan modifikasi kimiawi memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan yang modifikasi mikrobiawi. Hal ini dikarenakan

Tabel 4. Umur simpan tiwul instan tinggi protein dalam kemasan polietilen (PE) dan aluminium foil

Parameter	Simbol	Kontrol		Modifikasi Mikrobiawi		Modifikasi Kimiawi		Satuan
		PE	aluminium foil	PE	aluminium foil	PE	aluminium foil	
Kadar air kesetimbangan	Me	0,310	0,310	0,321	0,321	0,301	0,301	g H ₂ O/g padatan
Kadar air awal produk	Mo	0,070	0,070	0,067	0,067	0,064	0,064	g H ₂ O/g padatan
Kadar air kritis	Mc	0,103	0,103	0,114	0,114	0,112	0,112	g H ₂ O/g padatan
Kemiringan/ <i>Slope</i>	b	0,054	0,054	0,024	0,024	0,055	0,055	
Konstanta Permeabilitas Kemasan	k/x	0,002	0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	g/m ² .hari.mmHg
Luas Permukaan Kemasan	A	0,056	0,028	0,056	0,028	0,056	0,028	m ²
Berat Kering Produk dlm Kemasan	Ws	372,10	325,59	373,38	326,708	374,42	327,621	g padatan
Tekanan Uap Jenuh	Po	30,34	30,34	30,34	30,340	30,34	30,34	mmHg
Perkiraan Umur Simpan	t	2,89	2,48	2,13	3,89	4,88	8,55	tahun

pada perlakuan modifikasi mikrobiawi menghasilkan fraksi-fraksi dengan berat molekul rendah sebagai hasil hidrolisis parsial dari enzim-enzim yang dihasilkan oleh ragi tape (Uyoh *et al.*, 2009). Fraksi-fraksi dengan berat molekul rendah dinilai lebih mampu mengikat molekul-molekul air ataupun molekul-molekul uap air dari udara (Uyoh *et al.*, 2009). Dengan demikian tiwul instan yang dibuat dari bahan utama tepung ubi kayu dengan modifikasi mikrobiawi cenderung lebih mudah mengikat molekul-molekul uap air dari udara yang pada akhirnya menghasilkan umur simpan yang lebih pendek daripada yang menggunakan modifikasi kimiawi.

Kesimpulan

Perlakuan modifikasi mikrobiawi dan modifikasi kimiawi pada produk tiwul instan tinggi protein dapat meningkatkan masa simpan tiwul instan yang dapat mencapai 4,88 tahun dalam kemasan PE dan 8,55 tahun dalam aluminium foil.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan penghargaan yang tinggi dan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membiayai penelitian ini melalui program Strategi Nasional Tahun 2017 dengan SK Ketua LPPM Unsoed Nomor : Kept. 4722/UN23.14/PN.01.00/2017.

Daftar Pustaka

Afriyanti. 2017. Pendugaan umur simpan keripik tempe sagu menggunakan pengemas plastik pp dengan metode arrhenius. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian* 1(1):71-79. DOI: 10.26877/jiphp.v1i1.1353.

Agustia, F.C., Rukmini, H.S., Naufalin, R. 2016. Utilization of pregerminated jackbean and soybean for increasing the protein content of instant tiwul. *Proceeding International Food Conference*. Page 163–169.

Agustia, F.C., Rukmini, H.S. 2017. Formulasi tiwul dan beras instan tinggi protein menggunakan tepung ubi kayu-tepung lembaga jagung dengan penambahan konsentrat protein kedelai. *Jurnal Gizi dan Pangan Soedirman* 1(1):36-54. DOI: 10.20884/1.jgps.2017.1.01.357.

Amanto, S. A., Windi A, Rachmawati, A.D. 2011. Prediksi umur simpan tepung jagung (*Zea mays* L.) Instan di dalam kemasan plastik. *Jurnal Teknologi Pertanian* 4(2): 74-83. DOI: 10.20961/jthp.v0i0.13568.

Amri, E., Pratiwi, P. 2014. Pembuatan Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dengan Proses Fermentasi Menggunakan Beberapa Tipe Ragi. *Jurnal Pelangi : Research and Education Development* 6(2):182–191. DOI: 10.22202/jp.2014.v6i2.302.

Aprida, P.D., Supratyami, M., Hutami, R. 2017. Pendugaan umur simpan susu bubuk full cream yang dikemas dengan aluminium foil (al7) atau *metalized plastic* (vm-pet12). *Jurnal Agroindustri Halal* 3(2):97-104. DOI: 10.30997/jah.v3i2.836.

Asiah, L., Cempaka, L., David, W. 2018. Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. Penerbitan Universitas Bakrie. Jakarta.

Bell, L.N., Labuza, T.P. 2000. *Moisture Sorption Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use*. 2nd ed. The American Association of Cereal Chemist, Inc.

Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., Nicoli, M.C. 2019. Chapter: Accelerated Shelf Life Testing: Food Quality dan Shelf Life In book: *Food Quality and Shelf Life*. DOI: 10.1016/B978-0-12-817190-5.00012-4, Academic Press, Udine.

Destiana, I.D., Darmawati, E., Nugroho, L.P.E. 2016. Pengaruh beberapa kemasan plastik terhadap kualitas benih kedelai selama penyimpanan. *Jurnal Keteknikaan Pertanian* 4(1):45-52. DOI: 10.19028/jtep.04.1.45-52.

Fiana, R.M., Refdi, C.W. 2018. Pendugaan umur simpan minuman instan teh kombucha menggunakan pendekatan kadar air kritis dengan metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 22 (2):150-156. DOI: 10.25077/jtpa.22.2.150-156.2018.

Habibah, U., Aminah, S. 2004. Penentuan kadaluarsa pangan: Artikel review. *Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi* 2(1): 11-19. DOI: 10.30811/jstr.v2i1.87.

Halimatuddini, Marlida, Y., Zain, M., Elihasridas. 2019. Daya simpan konsentrat sapi potong dengan jenis kemasan berbeda terhadap kualitas nutrisi,

- ketengikan, dan kandungan aflatoxin. *Jurnal Peternakan Indonesia* 21 (3):266-273. DOI: 10.25077/jpi.21.3.266-273.2019.
- Ikasari, D., Suryaningrum, T.D., Arti, I.M., Supriyadi. 2017. Pendugaan umur simpan kerupuk ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) panggang dalam kemasan plastik metalik dan polipropilen. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 12(1):55-70. DOI: 10.15578/jpbkp.v12i1.342.
- Jena, S., Das, H. 2012. Shelf life prediction of aluminum foil laminated polyethylene packed vacuum dried coconut milk powder. *Journal of Food Engineering* 108(1):135-142. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.06.036.
- Kamsiati, E., Darmawati, E., Haryadi, Y. 2014. Evaluasi efek kemasan plastik terhadap daya simpan beras. *Jurnal Pascapanen* 11(1): 9-18. DOI: 10.21082/jpasca.v11n1.2014.9-18.
- Kurninawan, H., Bintoro, N., Nugroho, J. 2018. Pendugaan umur simpan gula semut dalam kemasan dengan pendekatan Arrhenius. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 6(1):93-99. DOI: 10.29303/jrpb.v6i1.68.
- Kusnandar, F., Adawiyah, D.R., Fitria, M. 2010. Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 21 (2): 117 – 122.
- Ninsix, R., Azima, F., Novelina, Nazir, F. 2018. Metode penetapan titik kritis, daya simpan dan kemasan produk instan fungsional. *Jurnal Teknologi Pertanian* 7(1): 46-52. DOI: 10.32520/jtp.v7i1.112.
- Phimolsiripol, Y., Suppakul, P. 2016. Chapter : Techniques in Shelf Life Evaluation of Food Products In book: Reference Module in Food Science. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.03293-5.
- Rosalina, Y., Silvia, E. 2015. Kajian perubahan mutu selama penyimpanan dan pendugaan umur simpan keripik ikan beledang dalam kemasan polypropylene rigid. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 7 (1): 1-6. DOI: 10.17969/jtipi.v7i1.2816.
- Rukmini, H.S., Naufalin, R., Agustia, F.C. 2015. Formulasi Tiwul Instan Tinggi Protein. Plantaxia. Yogyakarta.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., Sari, M.P. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press, Bogor.
- Solihin, Muhtarudin, Sutrisna, R. 2015. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air kualitas fisik dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. *Jurnal Ilmiah Terpadu* 3(2):48-54. DOI: 10.23960/jipt.v3i2.p%25p.
- Subagyo, A. 2006. Pengembangan Tepung Ubi Kayu sebagai Bahan Industri Pangan. Seminar Rusnas Diversifikasi Pangan Pokok Industrialisasi Diversifikasi Pangan Berbasis Potensi Pangan Lokal. Kementerian Ristek dan Seafast Center. IPB, Serpong.
- Sudarmaji, S., Bambang, H., Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta
- Sugiyono, Mariana, E., Yulianto, A. 2013. Pembuatan crackers jagung dan pendugaan umur simpannya dengan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 24(2):129-137. DOI: 10.6066/jtip.2013.24.2.129.
- Supadmi, S., Murdiati, A., Rahayu, E.S. 2016. Komposisi gizi, indeks warna putih, dan profil granula pati pada modified cassava flour (mocaf) yang difortifikasi dengan iodium. *Media Gizi Mikro Indonesia* 8(1):65-78. DOI: 10.22435/mgmi.v8i1.7688.65-78.
- Tarigan, S., Prateepchaikul, G., Yamsaengsung, R., Shirichote, A., Tekasakul, P. 2006. Sorption isotherms of shelled and unshelled kernels of candle nuts. *Journal of Food Engineering* 75(4): 447-452. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.04.030.
- Triana, L., Kamilla, L. 2018. Analisis kadar asam sianida pada ubi kayu yang direndam dalam larutan NaHCO₃ 20% dengan variasi waktu. *Jurnal Laboratorium Katulistiwa* 2(2):130-136. DOI: 10.30602/jlk.v1i2.150.
- Uyoh, E.A., Ntui, V.O., Udoma, N.N. 2009. Effect of local cassava fermentation methods on some physiochemical and sensory properties of fufu. *Pakistan Journal of Nutrition* 8(8):1123-1125. DOI:10.3923/pjn.2009.1123.1125.