# JTEP
## JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439 Vol. 9, No. 3, December 2021

Official Publication of
Indonesian Society of Agricultural Engineering (ISAE)
and
Department of Mechanical and Biosystem Engineering
IPB University

**JTEP JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN**

P-ISSN 2407-0475 E-ISSN 2338-8439 Vol. 9, No. 3, December 2021

Jurnal Keteknikan Pertanian is accredited based on the Decree of the Director General of Strengthening Research and Development of the Ministry of Research, Technology and Higher Education Number I/E/KPT/2015 dated September 21, 2015. In addition, JTEP has also been registered with Crossref and has a Digital Object Identifier (DOI) and has indexed on ISJD, IPI, Google Scholar and DOAJ. JTEP is published three times a year in April, August and December. This scientific periodical is active in the development of engineering science for tropical agriculture and the biological environment. The author of the paper is not limited to PERTETA members but is open to the general public. The scope of the paper includes land and water resources engineering, agricultural cultivation tools and machines, agricultural environment and buildings, alternative energy and electrification, agricultural ergonomics and electronics, food processing techniques and agricultural products, agricultural management and information systems. The papers are grouped into invited papers that present actual national and international issues, reviews of research developments, or the application of science and technology, technical papers of research results, application, or dissemination, and research methodology related to the development of modules, methods, procedures, application programs, and so on. The manuscript writing must follow the writing guidelines as stated on the website and the manuscript is sent electronically (online submission) via http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep.

**Advisory Board:**

Head of Department of Mecanical and Biosystem Engineering, IPB University
Head of Indonesian Society of Agricultural Engineering (ISAE)

**Editorial Team:**

Chief Editor : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)
Editorial Board : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)
Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwjaya)
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)
Nanik Purwanti (Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc Food Research Center Irlandia)
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

**Executive Editor:**
Head : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, IPB University)
Secretary : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)
Financial : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)

**Technical Editor**: Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, IPB University)
I Dewa Made Subrata (Scopus ID: 55977057500, IPB University)

**Administration** : Khania Tria Tifani (IPB University)

**Publisher:** Indonesian Society of Agricultural Engineering (ISAE) and Department of Mechanical and Biosystem Engineering IPB University

**Address:** Jurnal Keteknikan Pertanian, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Engineering, IPB University Campus, Bogor 16680. Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@apps.ipb.ac.id, Website: http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep

**Bank account number:** BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9

**Account Holder:** Jurnal Keteknikan Pertanian

**Printing Office:** PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

# Acknowledgement

The Editors of the Agricultural Engineering Journal would like to thank the partners who have reviewed the manuscript for publication **Vol. 9, No. 3 December 2021**. Thanks are given to: Dr. Ir. I Wayan Budiastra, M.Agr (Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University), Prof. Dr. Ir. Sutrisno M.Agr (Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University), Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, MS,A.Eng (Sriwijaya University), Satria Bhirawa Anoraga, S.TP, M.Sc (Gadjah Mada University), Dr. Liyantono, S.TP, M.Sc (Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University), Afik Hardanto, S.TP, M.Sc, Ph.D (Jenderal Soedirman University), Dr. Rudiati Evi Masithoh, S.TP, M.Dev.Tech (Gadjah Mada University), La Choviya Hawa, S.TP, MP, Ph.D (Brawijaya University), Dr. Ir. Supratomo, DEA (Hasanuddin University), Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si (Andalas University), Dr. Ir. Lukman M. Baga, MA.Ec (IPB University), Dr. Ir. Burhanuddin, MM (IPB University), Iman Sabarisman, S.TP, M.Si (Gadjah Mada University), Dewi Maya Maharani, S.TP, M.Sc (Brawijaya University).

JTEP JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

**Vol. 9, No. 3, December 2021**

## List of Contents

*Technical Paper*

**79**

**Rapid Assessment of Fresh Beef Spoilage Using Portable Near-Infrared Spectroscopy**
Cyril Njume Akeme, Y Aris Purwanto, Dewi Apri Astuti, Slamet Widodo

**87**

**Sistem Pakar Berbasis Android untuk Identifikasi Jenis Gulma pada Budidaya Tanaman Kedelai**
*Android based Expert System for Weeds Identification in Soybean Cultivation*
Mohamad Solahudin dan Giska Priaji

**95**

**Pendugaan Umur Simpan Bubuk Daun Torbangun dalam Berbagai Bahan Kemasan**
*Estimated Shelf Life of Torbangun Leaf Powder in Various Packaging Materials*
Lydia Ariani, Rokhani Hasbullah, Usman Ahmad

**103**

**Prediksi Indeks Panen Jambu "Kristal" Secara Non Destruktif Menggunakan Portable Near Infrared Spectrometer**
*Non-Destructive harvest indices prediction of "crystal" guava using a portable near-infrared spectrometer*
Ayu Putri Ana, Y Aris Purwanto, Slamet Widodo

**111**

**Pendugaan Umur Simpan Pasta Cabai dengan Penambahan Natrium Benzoat Menggunakan Metode Akselerasi Arrhenius**
*Self Life Estimation of Chili Paste with Additional of Natrium Benzoat Using Arrhenius Acceleration Method*
Sri Lestari, Silvia Yuniarti, Hijriah Mutmainah, Maureen C. Hadiatry, Ismatul Hidayah

**119**

**Karakteristik dan kelayakan Finansial Usahatani Mangga Gedong Gincu di Kabupaten Indramayu**
*Characteristics and Financial Feasibility of Gedong Gincu Mango Farming in Indramayu District*
Khoirul Umam* Rokhani Hasbullah, Mohamad Solahudin

**127**

**Studi Model Kinetika Ekstraksi Berbantu Ultrasonik pada Lada (Piper nigrum L.)**
*Study of Kinetic Model for Ultrasonic-Assisted Extraction of Pepper (Piper nigrum L.)*
I Wayan Budiastra, Slamet Widodo, Anggie Yulia Sari*

**135**

**Aplikasi Zeolit-KMnO4 dan Silika Gel untuk Memperpanjang Green Life Mangga Arumanis (Mangifera indica L)**
*Application of Zeolite-KMnO4 and Silica Gel to Extend Green Life of Manggo Arumanis (Mangifera indica L)*
Anita Khairunnisa*, Emmy Darmawati, Siti Mariana Widayanti

Publisher:
The Indonesian Agricultural Engineering Association (ISAE) in collaboration with Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Bogor Agricultural University
Address Journal of Agricultural Engineering, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Engineering, Darmaga Campus of IPB, Bogor 16680.
Tel. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id or journaltep@yahoo.com. Website: http://web.ipb.ac.id/~jtep.

JTEP JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN, December 2021
Vol. 9 No. 3, p 95-102
P-ISSN 2407-0475 E-ISSN 2338-8439

Available online at:
http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep
DOI: https://doi.org/10.19028/jtep.09.3.95-102

*Technical Paper*

# Pendugaan Umur Simpan Bubuk Daun Torbangun dalam Berbagai Bahan Kemasan

*Estimated Shelf Life of Torbangun Leaf Powder in Various Packaging Materials*

**Lydia Ariani***, Institut Pertanian Bogor, Indonesia
email: lydiaariani@gmail.com
**Rokhani Hasbullah**, Institut Pertanian Bogor, Indonesia
**Usman Ahmad**, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

***Abstract***

*Torbangun leaf powder can improve the quality and quantity of breast milk in nursing mothers because it contains bioactive compounds from phenol group, especially thymol and carvacrol. The purpose of this study was to examine parameters change of torbangun leaf powder (moisture content, free fatty acids, antioxidant activity and total phenol), and estimate shelf life of torbangun leaf powder in various packaging. Accelerated Shelf-Life Testing method based on Arrhenius approach was used to estimate shelf life of torbangun leaf powder. 100 g of torbangun leaf powder were stored in three packaging materials, namely HDPE, PP and aluminum foil at 30°C, 35°C, 40°C, 45°C and 50°C. The results showed that the water content, free fatty acid content and antioxidant activity increased while total phenol content decreased during storage at all storage temperatures. The total phenol change is represented by the Arrhenius model, where* $k = 1.932 \times 10^{12}.e^{(9746.8.T^{-1})}$ *for HDPE packaging,* $k = 2.540 \times 10^{13}.e^{(10565.T^{-1})}$ *for PP packaging and* $k = 9.805 \times 10^{12}.e^{(10260.T^{-1})}$ *for aluminum foil packaging. Based on the Arrhenius method, the shelf life of torbangun leaf powder at 15°C for HDPE, PP and aluminum foil packaging was 691, 899 and 807 days, respectively, while at 28°C, 160, 184 and 173 days, respectively.*

***Keywords:*** *Arrhenius, packaging, shelf life, torbangun*

**Abstrak**

Bubuk daun torbangunmampu meningkatkan kualitas dan kuantitas air susu ibu pada menyusui karena mengandung senyawa bioaktif dari golongan fenol, terutama *thymol* dan *carvacrol*. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji perubahan parameter bubuk daun torbangun (kadar air, asam lemak bebas, aktivitas antioksidan dan total fenol), dan menduga umur simpan bubuk daun torbangun dalam berbagai bahan kemasan. Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* berdasarkan pendekatan *Arrhenius* digunakan untuk menduga umur simpan bubuk daun torbangun. Sebanyak 100 g bubuk daun torbangun disimpan dalam tiga bahan kemasan, yaitu HDPE, PP dan *aluminium foil* pada suhu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air, kadar asam lemak bebas dan aktivitas antioksidan mengalami peningkatan sedangkan kadar total fenol mengalami penurunan selama penyimpanan pada semua suhu penyimpanan. Perubahan total fenol digambarkan dengan model *Arrhenius,* dimanak = $1.932 \times 10^{12}.e^{(9746.8.T^{-1})}$ untuk kemasan HDPE, k = $2.540 \times 10^{13}.e^{(10565.T^{-1})}$ untuk kemasan PP dan k = $9.805 \times 10^{12}.e^{(10260.T^{-1})}$ untuk kemasan *aluminium foil.* Berdasarkan metode *Arrhenius,* umur simpan bubuk daun torbangun pada suhu 15°C untuk kemasan HDPE, PP dan *aluminium foil* berturut-turut 691, 899 dan 807 hari, sedangkan pada suhu 28°C berturut-turut 160, 184 dan 173 hari.

*Received: 16 Agustus 2021; Accepted 03 November 2021*

## Latar Belakang

Tanaman torbangun (*Coleus amboinicus* Lour.) merupakan tanaman obat yang tergolong famili *Lamiaceae*. Tanaman ini dapat ditemukan di beberapa bagian wilayah Indonesia, seperti Pulau Jawa dan Bali (Damanik *et al*, 2001). Tanaman torbangun dipercaya oleh masyarakat Sumatra Utara sebagai peningkat kualitas dan kuantitas air susu ibu (ASI) pada ibu hamil dan menyusui. Khasiat lain dari tanaman torbangun yaitu memberi pengaruh sitotoksik dalam menyembuhkan nyeri saat haid, sebagai anti-kanker, anti-tumor, anti-vertigo, anti-radang dan lain-lain.Berdasarkan WHO (*World Health Organization*), tanaman obat memiliki kandungan fenolik yang tinggi. Kandungan senyawa bioaktif utama pada tanaman torbangun adalah *thymol* (94.3%) dan *carvacrol* (1.2%) (Verma *et al.* 2013). Kedua kandungan bioaktif tersebut terletak pada bagian daun tanaman torbangun sehingga bagian daunnya dikonsumsi, baik dalam bentuk simplisia kering maupun serbuk dan bubuk ekstrak.

Proses pembuatan bubuk daun torbangun meliputi pemetikan daun torbangun pada umur panen 1 bulan setengah, dilanjutkan pencucian dan sortasi basah, penirisan, pengeringan selama 5–6 jam pada suhu berkisar 60°C – 70°C, sortasi kering selama 10 menit pada suhu 70°C dan penggilingan dengan menggunakan *discmill* dengan hasil bubuk berukuran 60 mesh. Proses tersebut mampu mempertahankan karakteristik produk tanaman obat selama penyimpanan. Namun, proses pengeringan memiliki efek samping terhadap produk, yaitu hilangnya senyawa bioaktif yang bersifat *volatile* (Hernani 2009). Dengan demikian, kemasan dan kondisi penyimpanan yang tepat dapat mempertahankan mutu bubuk daun torbangun termasuk senyawa bioaktifnya sehingga kualitas dan kuantitasnya masih baik. Berdasarkan penelitian oleh Norawanis *et al*. (2017), daun kering *Orthosiphon Stamineus* dikemas dalam berbagai jenis kemasan, yaitu kemasan plastik, kertas dan kaca. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tiga jenis kemasan yang digunakan mampu menghambat penurunan mutu fisikokimia produk selama 8 minggu pada suhu ±25°C dan RH ±65%.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji perubahan parameter bubuk daun torbangun (kadar air, kadar asam lemak bebas, aktivitas antioksidan dan kadar total fenol) untuk menduga umur simpan bubuk daun torbangun dalam berbagai bahan kemasan.

## Bahan dan Metode

### Prosedur Kerja

Bahan yang digunakan adalah daun torbangun yang diperoleh dari petani daerah Cianjur Jawa Barat. Daun torbangun dikeringkan selama 5–6 jam pada suhu 60-70°C, disortasi, digiling menggunakan *discmill* dan diayak menggunakan saringan berukuran 60 mesh. Sebanyak 100 g bubuk daun torbangun dengan kadar air awal 5.6±0.1 %dikemas pada kemasan jenisHDPE, PP dan *aluminium foil*. Bubuk daun torbangun yang telah dikemas kemudian disimpan di dalam *Eyela chamber* pada suhu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C. Perubahan mutu yang diamati meliputi kadar air, asam lemak bebas, aktivitas antioksidan dan total fenol. Pengamatan perubahan mutu produk pada masing-masing jenis kemasan dilakukansetiap 12 hari untuk suhu 30°C, 9 hari untuk suhu 35°C, 6 hari untuk suhu 40°C, 4 hari untuk suhu 45°C dan 2 hari untuk suhu 50°C (5 kali pengamatan) dengan 2 kali ulangan. Pada pengamatan pertama dilakukan sebelum penyimpanan dan pengamatan berikutnya sebanyak 4 kali dilakukan selama periode penyimpanan.

### Pengukuran Kadar Air

Analisa dilakukan dengan menggunakan cawan kosong yang dimasukkan ke dalam oven selama 30 menit pada suhu 100 – 105°C. Sampel yang sudah ditimbang sebanyak 3 – 5 g dimasukkan ke dalam cawan, lalu dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam pada suhu 100 – 105°C (AOAC, 2005). Kadar air dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$\%Kadar\ air = \frac{berat\ cawan\ sampel\ basah - berat\ cawan\ sampel\ kering}{berat\ cawan\ sampel\ basah - berat\ cawan\ kosong} \times 100\% \quad (1)$$

### Pengukuran Asam Lemak Bebas

Sampel ditimbang sebanyak 2 g, kemudian dilarutkan dalam 50 ml alkohol 96% netral selama 1 jam, lalu dihomogenisasi. Setelah homogen, sampel disaring sehingga diperoleh filtrat. Hasil saringan tersebut diteteskan indikator PP sebanyak tiga kali. Sampel dititrasi dengan NaOH 0.1 N hingga terjadi perubahan warna menjadi keunguan (AOAC, 2005). Perhitungan kadar asam lemak bebas dihitung dengan rumus:

$$\%FFA = \frac{normalitas\ NaOH \times volume\ NaOH \times berat\ molekul\ as,\ lemak}{10 \times berat\ sampel(g)} \quad (2)$$

### Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH. Larutan 0.2 mM DPPH sebanyak 1 mL yang dilarutkan dengan etanol dimasukkan ke dalam 50 µL sampel. Larutan uji tersebut dihomogenkan dengan selama 10 menit, kemudian diinkubasi selama 1 jam di tempat gelap. Setelah itu diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm (Kong *et al,* 2012).

$$SA(\%) = \frac{Abs\ kontrol\ positif - Abs\ sampel}{Abs\ kontrol\ positif} \times 100 \quad (3)$$

### Pengukuran Total Fenol

Pengukuran total fenol dilakukan dengan menggunakan asam galat sebagai standar acuan, dimana hasilnya akan dinyatakan sebagai persen

ekivalen asam galat (GAE). Sampel sebanyak 200 µL ditambahkan 2 mL $NaHCO_3$ 2% dan 100 µL *Follin-ciocalteau* 50%. Setelah itu diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang, kemudian diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 750 nm. Hasil pengukuran tersebut dihitung dengan memakai persamaan regresi linear dari kurva baku asam galat dan hasilnya dinyatakan sebagai persen ekivalen asam galat (Kong *et al,* 2012). Total fenol dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Total fenol (mgGAE/g)} = \frac{\text{konsentrasi kurva standar} \times \text{volume larutan (ml)} \times fp}{\text{berat sampel (g)}} \quad (4)$$

**Pendugaan Umur Simpan Bubuk Daun Torbangun**

Kandungan total fenol menjadi parameter kritis mutu dalam perhitungan dan pendugaan umur simpan bubuk daun torbangun dengan metode *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT) model *Arrhenius.* ASLT dilakukan dengan menggunakan lima perlakuan suhu yang berbeda yaitu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C. Persentase inhibisi selama penyimpanan diplotkan pada grafik semi logaritmik (Arif, 2016).Penentuan umur simpan dilakukan dengan metode ASLT pada langkah-langkah di bawah ini:

1. Data hasil analisa terhadap waktu diplotkan dan dihitung persamaan regresi linear sehingga diperoleh lima persamaan regresi untuk lima suhu yang berbeda, dimana persamaan (5) yaitu:

   $$y = a + bx \quad (5)$$

   Keterangan: y= nilai mutu produk, x= lama penyimpanan (hari), a= nilai mutu produk awal, b= laju perubahan nilai mutu

2. Dari persamaan tersebut diperoleh nilai *slope* (b). Nilai *slope* merupakan konstanta laju reaksi perubahan karakteristik produk atau penurunan mutu (k)

3. Penentuan ordo reaksi diperoleh dari grafik ordo nol, yaitu hubungan antara nilai k dengan lama penyimpanan dan ordo satu, yaitu hubungan antara ln k dengan lama penyimpanan.

4. Dari kedua ordo tersebut dipilih yang memiliki nilai $R^2$ terbesar. Apabila menggunakan ordo nol atau ordo satu, maka dinyatakan pada persamaan (6) dan (7):

   $$A_t - A_o = -kt \quad (6)$$

   I $$n\,(A_t - A_o) = -kt \quad (7)$$

   Keterangan: $A_0$= nilai mutu produk awal, $A_t$= nilai mutu produk akhir, t= waktu simpan

5. Kemudian dilakukan pendekatan *Arrhenius* dengan memplotkan nilai k terhadap 1/T dan ln k sehingga diperoleh nilai intersep dan *slope* dari persamaan (8).

   $$\text{In } k = \text{In } k_0 \times \left(-\left(\frac{E_a}{R}\right)\right) \times \left(\frac{1}{T}\right) \quad (8)$$

   Keterangan: $k_0$ = intersep, $\frac{E_a}{R}$ = *slope,* $E_a$= energi aktivasi, R = konstanta gas ideal 1.986 kal/mol °K

6. Setelah itu diperoleh masing-masing dan dimasukkan ke dalam model persamaan (9).

   $$k = k_0 \times e^{(-\frac{E}{RT})} \quad (9)$$

7. Penentuan umur simpan bubuk daun torbangun dilakukan dengan menghitung selisih nilai awal dan akhir produk berdasarkan laju penurunan mutu (k) pada suhu penyimpanan. Hal tersebut dinyatakan pada persamaan (10) (ordo nol) dan (11) (ordo satu).

   $$t_s = \frac{A_0 - A_t}{k_T} \quad (10)$$

   $$t_s = \frac{\text{In } (A_0 - A_t)}{k_T} \quad (11)$$

   Keterangan: $t_s$= waktu penyimpanan, $A_0$= nilai mutu produk awal, $A_t$= nilai mutu produk akhir, $k_T$= nilai k pada suhu penyimpanan T

Menurut Faisal (2019), salah satu metode statistik yang digunakan untuk memvalidasi model adalah metode *Chi-Square*. Berdasarkan kriteria statistik dari *goodness of fit Chi-Square,* tingkat signifikan suatu validitas model sebesar 0.05.

$$x^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(\text{observed value - expected value})^2}{\text{expected value}} \quad (12)$$

Keterangan: $x^2$= variable pengukuran dan pendugaan, n= jumlah sampel

## Hasil dan Pembahasan

**Perubahan Mutu Bubuk Torbangun**

Pengaruh suhu penyimpanan dan jenis kemasan terhadap perubahan mutu selama penyimpanan diamati melalui perubahan kadar air, kadar asam lemak bebas, aktivitas antioksidan dan total fenol.

1. Kadar Air

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwabubuk daun torbangun mengalami kenaikan kadar air yang signifikan (Gambar 1). Gambar 1 menunjukkan bahwa perubahan kadar air dari awal hingga akhir penyimpanan mengalami peningkatan pada masing-masing suhu. Peningkatan kadar air bubuk daun torbangun selama penyimpanan diduga adanya interaksi bahan dengan lingkungan sekitar,

dimana uap air pada lingkungan terserap ke dalam kemasan.Dugaan ini diperkuat oleh Mustadifah dan Widjanarko (2015), bahwa penyerapan uap air dari lingkungan ke dalam bahan terjadi akibat perenggangan pori-pori kemasan sehingga uap air terperangkap dalam kemasan. Solihin *et al.* (2015) menambahkan bahwa kelembaban udara ruang penyimpanan yang tinggi menyebabkan proses absorbsi uap air dari udara ke dalam bahan sehingga terjadi peningkatan jumlah kadar air.

Perbedaan tekanan parsial atau kelembaban uap air antara lingkungan dengan bubuk daun torbangun di dalam kemasan juga menyebabkan terjadinya perpindahan uap air dari lingkungan luar kemasan. Selain faktor suhu dan kelembaban, ukuran partikel bahan yang kecil dapat mempermudah penyerapan air ke dalam bahan (Mustadifah dan Widjanarko 2015).

2. Asam Lemak Bebas

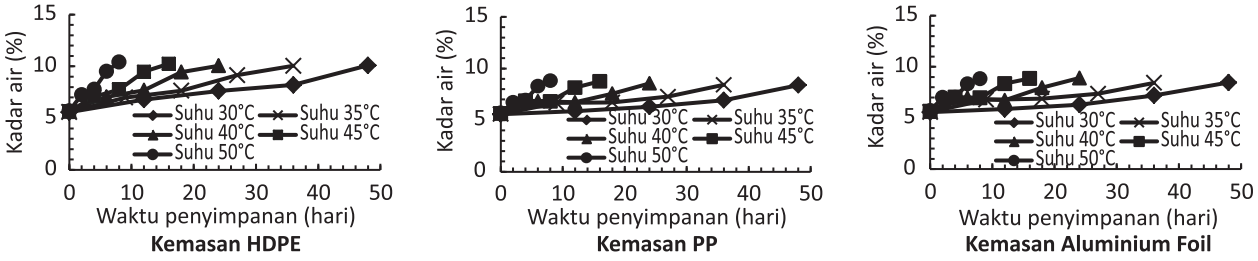
Peningkatan kadar asam lemak bebas bubuk daun torbangun (Gambar 2) diduga karena kondisi suhu dan kelembaban yang tinggi di dalam ruang penyimpanan. Gambar 2 menunjukkan bahwa perubahan asam lemak bebas dari awal hingga akhir penyimpanan mengalami peningkatan pada masing-masing suhu. Kelembaban yang tinggi dapat mengakibatkan produksi uap air berlebih di dalam ruang penyimpanan sehingga uap air tersebut terserap ke dalam kemasan dan bahan mengalami hidrolisis terhadap lemak yang terkandung di dalam bahan.

Menurut Putri dan Susanto (2015), uap air yang terserap ke dalam bahan menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis lemak yang menghasilkan asam-asam lemak bebas baru pada produk pangan sehingga kadar lemak menurun. Dengan begitu, terjadi peningkatan kadar asam lemak bebas selama penyimpanan. Semakin lama proses hidrolisis lemak terjadi, maka semakin tinggi kadar asam-asam lemak bebas yang terbentuk. Tatipata (2010) menambahkan, bahwa peningkatan asam lemak bebas disebabkan oleh penyerapan kadar air tinggi ke dalam bahan sehingga mengaktifkan enzim hidrolisis untuk menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

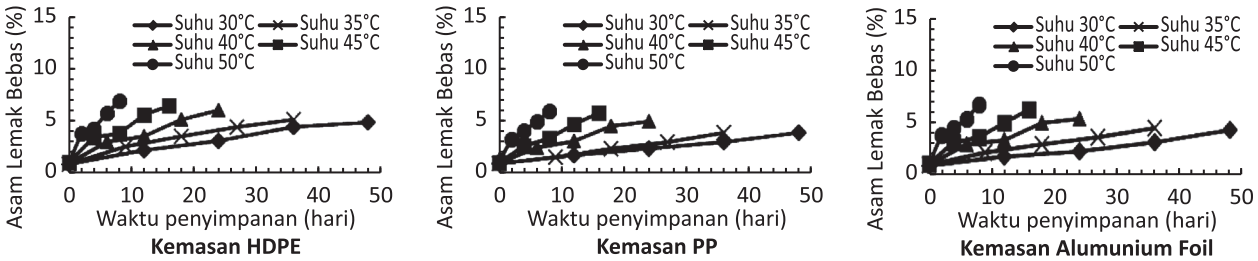
3. Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan bubuk daun torbangun mengalami kenaikan (Gambar 3). Gambar 3 menunjukkan bahwa perubahan aktivitas antioksidan dari awal hingga akhir penyimpanan mengalami peningkatan pada masing-masing suhu. Hal ini diduga adanya kandungan senyawa antioksidan yang bukan termasuk senyawa fenolik. Senyawa tersebut terikat secara kimia pada bahan sehingga selama penyimpanan senyawa tersebut terlepas akibat suhu penyimpanan yang semakin tinggi. Dengan demikian, saat pengujian aktivitas antioksidan, senyawa yang terlepas tadi terikat oleh DPPH.

Romero-Tejeda *et al.* (2015) menjelaskan bahwa aktivitas antioksidan tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenol melainkan senyawa antioksidan lainnya yang berasal dari hasil metabolit sekunder seperti minyak esensial, karotenoid dan vitamin. Priadi *et al.* (2019), menambahkan bahwa senyawa antioksidan memiliki perbedaan sifat polaritas dan sifat kimianya sehingga mempengaruhi sinergi selama penyimpanan. Sinergi yang diberikan selama penyimpanan yaitu meningkatnya nilai kapasitas antioksidan pada saat dianalisis.




Gambar 1. Kadar air bubuk daun torbangun pada lima suhu selama waktu penyimpanan (30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C).




Gambar 2. Asam lemak bebas bubuk daun torbangun pada lima suhu selama waktu penyimpanan (30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C).

Tabel 1. Laju penurunan kadar total fenol pada berbagai suhu penyimpanan.

| Kemasan | Suhu | Ordo 0 | | Ordo 1 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (°C) | k | $R^2$ | k | $R^2$ |
| *High Density Polietylene* | 30 | -0.4355 | 0.9353 | -0.0232 | 0.9642 |
| | 35 | -0.5763 | 0.9399 | -0.0313 | 0.9782 |
| | 40 | -0.9321 | 0.9348 | -.0.0552 | 0.9521 |
| | 45 | -1.4507 | 0.9303 | -0.0903 | 0.9685 |
| | 50 | -2.6211 | 0.7979 | -0.1655 | 0.8977 |
| *Polypropylene* | 30 | -0.404 | 0.9436 | -0.0204 | 0.9694 |
| | 35 | -0.5597 | 0.9641 | -0.0292 | 0.9915 |
| | 40 | -0.9363 | 0.9628 | -0.0541 | 0.9659 |
| | 45 | -1.4144 | 0.9503 | -0.0857 | 0.9965 |
| | 50 | -2.8344 | 0.9089 | -0.1779 | 0.966 |
| *Aluminium foil* | 30 | -0.4213 | 0.9308 | -0.0217 | 0.9475 |
| | 35 | -0.5702 | 0.9465 | -0.0303 | 0.984 |
| | 40 | -0.9364 | 0.9479 | -0.0545 | 0.9769 |
| | 45 | -1.417 | 0.9474 | -0.0862 | 0.9958 |
| | 50 | -2.8327 | 0.907 | -0.1779 | 0.9651 |

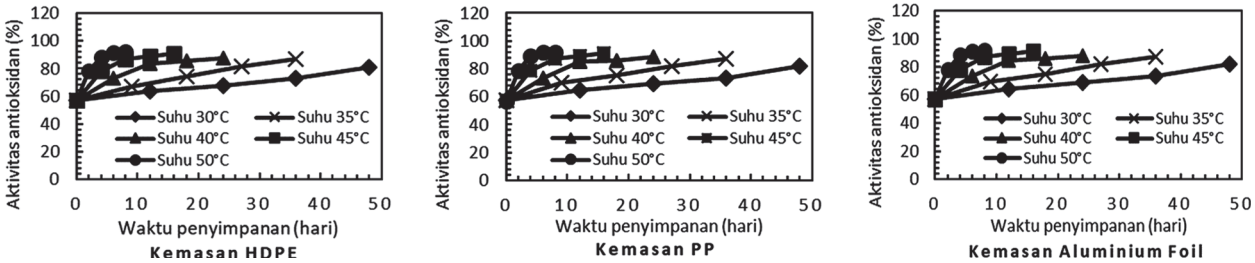
4. Total Fenol

Hasil data kadar total fenol pada Gambar 4 mengalami penurunan selama penyimpanan. Gambar 4 menunjukkan bahwa perubahan total fenol dari awal hingga akhir penyimpanan mengalami penurunan pada masing-masing suhu. Hal ini diduga karena kandungan senyawa fenol pada bubuk daun torbangun yang berpotensi sebagai antioksidan mengalami kerusakan.

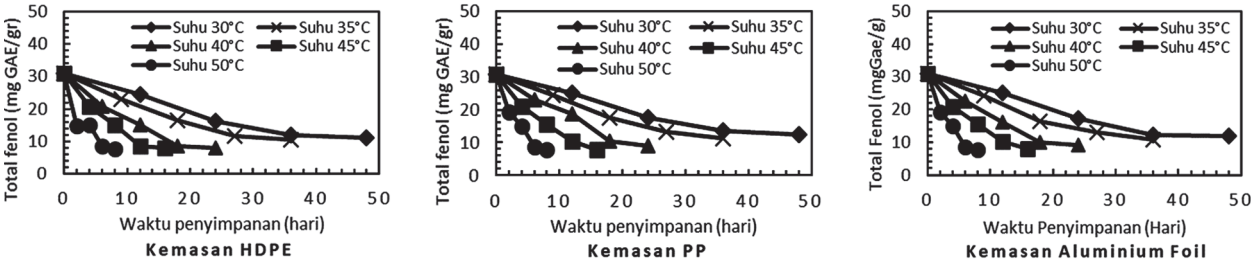
Menurut Ali *et al.* (2018), suhu penyimpanan dapat mempengaruhi stabilitas senyawa fenol pada suatu bahan. Pengaruh yang diberikan adalah terjadinya reaksi oksidasi selama penyimpanan akibat adanya oksigen. Dengan begitu, struktur fenol akan terdegradasi dan mengalami perubahan struktur. Perubahan struktur fenol tersebut dapat mempengaruhi kemampuannya menjadi tidak aktif. Priadi *et al.* (2019) menambahkan bahwa penurunan juga terjadi karena adanya perubahan struktur atau dekomposisi senyawa fenol yang terukur sebagai asam galat menjadi senyawa baru yang tidak dapat terukur atau terbaca oleh panjang gelombang saat dianalisis. Senyawa baru yang terbentuk akibat migrasi air dan oksigen ke dalam bahan selama penyimpanan yaitu senyawa quinon.

**Laju Penurunan Kadar Total Fenol**

Salah satu penentu kualitas produk adalah masa




Gambar 3. Aktivitas antioksidan bubuk daun torbangun pada lima suhu selama waktu penyimpanan (30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C).




Gambar 4. Total fenol bubuk daun torbangun pada lima suhu selama waktu penyimpanan (30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C).

Tabel 2. Perhitungan umur simpan bubuk daun torbangun dalam berbagai jenis kemasan.

| Suhu (°C) | Umur Simpan Bubuk Daun Torbangun (hari) | | |
|---|---|---|---|
| | HDPE | PP | *Aluminium foil* |
| 15 | 691 | 899 | 807 |
| **28** | **160** | **184** | **173** |

waktu simpan atau kadaluwarsa, dimana produk tersebut tidak layak dikonsumsi. Menurut Utami *et al.* (2020), standarisasi pada obat herbal menjadi dua aspek, yaitu aspek spesifik dan non spesifik. Aspek spesifik yaitu berfokus pada parameter terhadap suatu senyawa yang bertanggung jawab terhadap aktivitas farmakologis, sedangkan aspek non spesifik berfokus pada parameter terhadap kimiawai, biologis dan fisik. Dengan demikian, parameter kritis yang digunakan untuk pendugaan umur simpan bubuk daun torbangun adalah kadar total fenol.

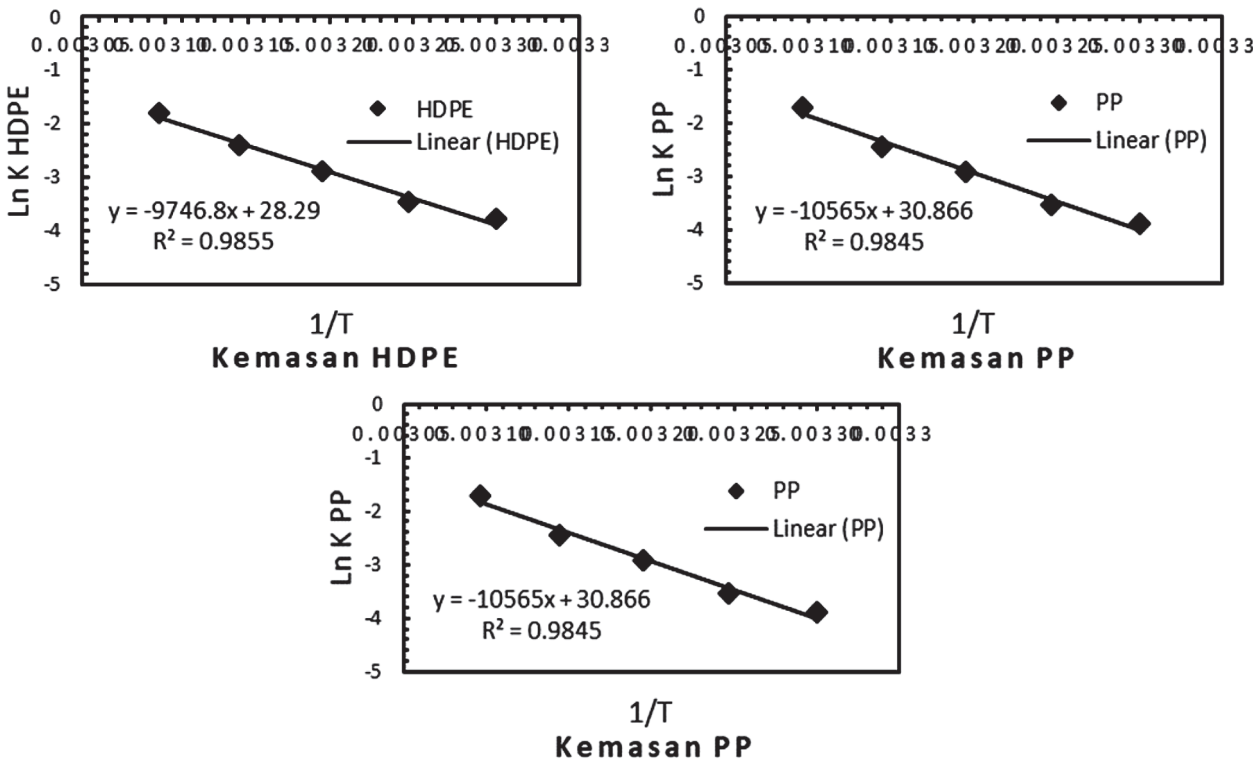
Tabel 1 merupakan ordo reaksi yang dapat memprediksi penurunan mutu dalam pendugaan umur simpan. Penentuan ordo reaksi dilakukan dengan memplotkan hasil data penurunan parameter yang digunakan dengan mengikuti ordo nol dan ordo satu. Penentuan ordo reaksi ditentukan dari nilai determinasinya ($R^2$), dimana nilai determinasi yang lebih besar merupakan ordo reaksi yang digunakan.

Setelah diperoleh ordo reaksi satu, tahap selanjutnya adalah menentukan plot grafik antara 1/T (sumbu x) dan ln k (sumbu y) pada masing-masing kemasan sehingga terbentuk persamaan baru seperti pada Gambar 5.

**Pendugaan Umur Simpan Bubuk Daun Torbangun**

Umur simpan bubuk daun torbangun ditentukan dari batas kritis parameter mutu kadar total fenol dengan penentuan mutu akhir yang diperoleh dari 50% mutu awal produk pada suhu kritis (50°C) (Sina *et al,* 2014). Perhitungan umur simpan terhadap suhu uji diperoleh persamaan regresi antara nilai ln total fenol dan waktu pengujian pada lima tingkat suhu sehingga menghasilkan nilai k atau konstanta penurunan mutu (Tabel 1). Persamaan *Arrhenius* digambarkan dengan memplotkan suhu mutlak ($T^{-1}$) terhadap ln k masing-masing kemasan (Gambar 5). Hal tersebut dapat dibuktikan jika bubuk daun torbangun disimpan pada suhu 15°C dan 28°C (Tabel 2). Pemilihan kedua suhu tersebut adalah untuk mencegah terjadinya kehilangan dan penambahan kadar air pada bahan. Seperti yang dijelaskan oleh Indartiyah *et al.* (2011), bahwa penyimpanan terbaik untuk produk simplisia berbentuk serbuk atau bubuk adalah pada suhu tidak lebih dari 30°C. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penyerapan air berlebih dan memicu kerusakan mutu lainnya.

Sebagai contoh, persamaan *Arrhenius* untuk kemasan PP adalah $k = 2.540 \times 10^{13}.e^{(10565.T^{-1})}$, sehingga umur simpan bubuk daun torbangun




Gambar 5. Plot *Arrhenius* dari reaksi ordo 1 berdasarkan hubungan antara konstanta laju penurunan kadar total fenol dan suhu penyimpanan.

jika disimpan pada suhu 15°C atau 288 Kelvin menghasilkan nilai k sebesar 0.003044 dan pada suhu 28°C atau 301 Kelvin menghasilkan nilai k sebesar 0.014849. Artinya, kadar total fenol bubuk daun torbangun akan menurun sebanyak 0.003044 unit per hari pada suhu 15°C dan 0.014849 unit per hari pada suhu 28°C. Dengan demikian, penyimpanan pada suhu 15$^o$C diperoleh umur simpan selama 899 hari, sedangkan pada suhu 28$^o$C lebih pendek, yaitu 184 hari.

Dari hasil perhitungan umur simpan yang diperoleh terdapat perbedaan lama umur simpan pada masing-masing kemasan. Hal ini diduga karena adanya kebocoran pada tutup *zip lock* kemasan sehingga umur simpan kemasan *aluminium foil* lebih pendek dibandingkan kemasan PP. Kebocoran tersebut disebabkan oleh tidak adanya perlakuan *heat seal* setelah kemasan ditutup dengan *zip lock.* Menurut Puspitasari dan Maligan (2019), kemasan yang memiliki celah atau kebocoran akan mempengaruhi kualitas produk. Hal tersebut disebabkan adanya perpindahan massa, seperti perbedaan *relative humidity* (RH) pada bagian dalam kemasan dengan kondisi lingkungan ruang penyimpanan sehingga terjadi perpindahan air ke dalam kemasan. Kebocoran pada kemasan juga dapat menyebabkan perpindahan gas antara kondisi dalam kemasan dengan lingkungan ruang penyimpanan.

### Validasi Model Umur Simpan Bubuk Daun Torbangun

Data yang digunakan dalam simulasi model yaitu parameter total fenol yang disimpulkan dalam penurunan total fenol bubuk daun torbangun. Ordo reaksi 1 yang digunakan dalam menduga umur simpan dengan pendekatan. Setelah diperoleh hasil pendugaan umur simpan bubuk daun torbangun pada masing-masing kemasan, validasi model dengan metode *Chi-Square* dilakukan guna melihat tingkat ketepatan hasil yang diperoleh dengan pendekatan *Arrhenius.*

Hasil perhitungan validasi dengan *Chi-Square* pada total fenol bubuk daun torbangun dalam masing-masing kemasan menunjukkan angka yang berbeda. Nilai $x^2$ hitung *Chi-Square* pada kemasan HPDE, PP dan *aluminium foil* berturut-turut, yaitu 3.28, 3.91 dan 3.64. Hal ini menunjukkan bahwa nilai $x^2$ hitung pada ketiga kemasan tersebut lebih rendah dibandingkan nilai $x^2$ tabel *Chi-Square* yang menunjukkan nilai 9.4877 pada tingkat signifikan 0.05 dengan derajat kebebasan (df) adalah 4. Dengan kata lain, data hasil pendugaan total fenol di dalam ketiga kemasan dengan model *Arrhenius* dikatakan valid karena model yang digunakan tidak berbeda dari waktu pengukuran aktual total fenol bubuk daun torbangun.

## Simpulan

Perubahan kadar air, asam lemak bebas, aktivitas antioksidan dan total fenol pada bubuk daun torbangun dalam ketiga kemasan terjadi karena suhu dan kelembaban yang tinggi sehingga mengakibatkan kerusakan mutu pada bubuk daun torbangun. Hasil pendugaan umur simpan bubuk daun torbangun pada setiap kemasan memiliki umur simpan yang berbeda. Lama umur simpan bubuk daun torbangun berdasarkan metode *Arrhenius* pada suhu 15°C untuk kemasan HDPE, PP dan *aluminium foil* bertuturt-turut adalah 691, 899 dan 807 hari, sedangkan pada suhu 28°C berturut-turut160, 184 dan 173 hari.

## Daftar Pustaka

[AOAC] Association of Official Analytical Chemistry, 2005. Official Ethods of Analysis of the Association Analytical Chemist. Inc. Virginia (US):AOAC.

Ali, A., C.H. Chong, S.H. Mah, C.A. Luqman, T.S.Y. Choong, B.L. Chua, 2018. Impact of Storage Confitions on The Stability of Predominant Phenolic Constituents and Antioxidant Activity of Dried*Piper betle* Extracts. *Molecules,*23, 84. https://doi.org/10.3390/molecules23020484

Arif, A.B. 2016. Metode *accelarated shelf-life testing* (ASLT) dengan pendakatan *Arrhenius* dalam pendugaan umur simpan sari buah nanas, papaya dan cempedak. *Informatika Pertanian.* 25(2), 189-198*. https://doi.org/10.21082/ip.v25n2.2016.p189-198*

Damanik, R., N. Damanik, Z. Daulay, S.R. Saragih, N. Premier, Wattanapenpaiboon, M.L. Wahlqvist. 2001. Consumption of Bangun-Bangun Leaves (*Coleus amboinicus* Lour.) to Increase Breast Milk Production Among Bataknese Women in North Sumatra Island, Indonesia. *APJCN*. 10(4), 67.

Indartiyah, N., I. Siregar, Y.D. Agustina, S. Wahyono, E. Djauhari, B. Hartono, W. Fika, Maryam, Y. Supriyatna. 2011. Pedoman Teknologi Penanganan Pascapanen Tanaman Obat. ISBN" 978-602-8591-13-3.

Kong, S., D.J. Kim, S.K. Oh, I.S. Choi, H.S. Jeong, J. Lee. 2012. Black Rice Bran as an Ingredient Noodles: Chemical and Functional Evaluation. *Journal Food Science*. 77(3). https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02590.x

Mustadifah, C., dan S.B. Widjarnako. 2015. Umur Simpan Minuman Serbuk Berserat dari Tepung Porang (*Amorpophallus Ancophillus*) dan Karagenan Melalui Pendektan Kadar Air Kritis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 3(2), 650-660.

Norawanis, A.R., A.R. Shaari, L.Y. Leng. 2017. Effect of Packaging Materials on *Orthosiphon Stamineus* Dried-Leaf Quality During Storage. *MUCET.* https://doi.org/10.1088/1757-899X/318/1/012010.

Priadi, G., F. Setiyoningrum, F. Afiati, H. Amieni. M. Arpah. 2019. Pendugaan Umur Simpan Sediaan Bawang Tunggal Hitam Dengan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT). *J Litb Ind.* 9(2): 79-88.

Romero-Tejeda, M. dela L., M.T. Martinez-Damian, E. Rodriguez-Perez. 2015. Effect of Storage Temperature on Enzyme Activity and Antioxidant Capacity in *Salvia officinalis* L. Shoots. *Revista Chapingo Serie Horticultura.* 21(3), 199-213.

Sina, M.I., dan S. Yuwono. 2004. Pendugaan Umur Simpan Cuka Apen Menggunakan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* dengan Pendekatan *Arrhenius.* Universitas Brawijaya. Malang. [Tesis]

Syafira, Supardianningsih, M. Nugraha. 2018. Identification of Water Vapour Transmission Rate (WVTR) of Auminium Foil Packaging Barrier Using the Gravimetric Testing Method. *Journal Publipreneur.* 6(1): 49-54.

Tatipata, A., 2010. Perubahan Asam Lemak Selama Penyimpanan Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr) dan Hubungannya Dengan Viabilitas Benih. *J Agron Indo.* 38(1): 30-35.

Utami, Y.P., S. Sisang, A. Burhan. 2020. Pengukuran Parameter Simplisia Dan Ekstrak Etanol Daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) R. M. Sm) Asal Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan. *MFF.* 24(1): 5-10.

Verma, R.S., R.C. Padalia, A. Chauhan. 2013. Essential Oil Composition of *Coleus aromaticus* Benth. from Uttarakhand. *Journal of Essential Oil Bearing Plants.* 15(2): 174-179. doi: 10.1080/0972060X.2012.10644033.