

Menduga Umur Simpan Kemplang yang Dimatangkan Menggunakan *Microwave* berdasarkan Persamaan Arrhenius

Estimation Shelf Life of Microwavable Fish Crackers using the Arrhenius Reaction Kinetics Equation

Parwiyanti Parwiyanti^{1*)}, Efri Yulistika², Umi Rosidah¹, Eka Lidiasari¹,
Merynda Indriyani Syafutri¹

¹Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas
Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan, Indonesia

²Alumni Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas
Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi: parwiyanti@fp.unsri.ac.id

Sitasi: Parwiyanti, P., Yulistika, E., Rosidah, U., Lidiasari, E., & Syafutri, M. I. (2023). Estimation shelf life of microwavable fish crackers using the arrhenius reaction kinetics equation. *In: Herlinda, S. et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-11 Tahun 2023, Palembang 21 Oktober 2023.* (pp. 110–117). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

Microwavable fish crackers had hygroscopic properties so it needs to be packaged properly. The objective of this research was to determine the shelf life of microwavable-packaged fish crackers. The fish crackers microwave was packed with three various method which are polypropylene (PP), PP + silica gel, and nylon + vacuum. Estimation of shelf life was done by calculating the parameters of degradation of microwavable fish crackers with the reaction kinetics equation and processed using the Arrhenius equation. The quality parameter was moisture content. Quality parameters are measured every 5 days during 30 days of storage at 30°C. The results showed that the kinetics of changes in the water content of microwavable fish crackers packed in three packaging combinations following reaction order one(1) and order two(2). The shelf life of microwavable fish crackers packaged in PP was 27 days, PP+silica gel packs was 29 days, and nylon+vacuum packs was 31 days.

Keywords: microwave, PP packaging, shelf life, silica gel, vacuum

ABSTRAK

Kemplang yang dimatangkan menggunakan *microwave* memiliki sifat higroskopis sehingga perlu dikemas dengan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan kemplang yang dimatangkan dengan *microwave* dan dikemas. Kemplang dikemas menggunakan tiga kombinasi kemasan yang terdiri dari plastik polipropilen (PP), PP + silika gel dan nilon + vakum. Pendugaan umur simpan dilakukan dengan menghitung parameter penurunan mutu kemplang dengan persamaan kinetika reaksi dan diolah menggunakan persamaan Arrhenius. Parameter mutu diukur setiap 5 hari selama 30 hari penyimpanan pada suhu 30°C. Parameter mutu yang digunakan adalah kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinetika perubahan kadar air kemplang *microwave* yang dikemas dengan tiga kombinasi kemasan mengikuti ordo reaksi satu (1) dan ordo reaksi dua(2). Umur simpan kemplang *microwave* yang dikemas dengan kemasan PP 27 hari, kemasan PP + silika gel 29 hari, dan kemasan nilon + vakum 31 hari.

Kata kunci: kemasan PP, *microwave*, silika gel, umur simpan, vakum

PENDAHULUAN

Kemplang merupakan salah satu jenis kerupuk yang banyak dijumpai di Palembang. Kemplang Palembang mempunyai ciri khas yaitu proporsi ikan yang tinggi dan ukurannya yang lebih tebal (2-5 mm) dibandingkan dengan kerupuk jenis lainnya, sehingga untuk mematangkan kemplang diperlukan teknik penggorengan dua kali untuk mendapatkan hasil yang baik. Penggorengan dengan minyak akan menyebabkan minyak terserap pada kemplang dan dapat menyebabkan mutu kemplang menurun karena lebih cepat mengalami ketengikan. Pemasakan tanpa media minyak goreng dapat dilakukan dengan penyangraian menggunakan media pasir. Namun, pada penyangraian kemplang sering meninggalkan cemaran fisik, seperti sisa pasir pada permukaan kemplang, sehingga perlu dilakukan alternatif pemasakan. Alternatif dalam penelitian ini adalah menggunakan *microwave oven* sebagai media pemasakan tanpa minyak goreng (Guttifera *et al.*, 2020). Pratama *et al.* (2020) melaporkan bahwa produk makanan yang dimatangkan dengan *microwave oven* mengandung kadar lemak yang lebih rendah dan lebih sehat dibandingkan dengan produk yang digoreng. Selain sebagai media pemasakan, *microwave* juga dapat digunakan untuk ekstraksi senyawa glukosamin pada biji buah siwalan dengan prinsip kerja memanfaatkan radiasi gelombang mikro untuk memanaskan pelarut secara efektif sehingga dapat menarik kandungan senyawa glukosamin pada sampel kedalam pelarut (Rahmah *et al.*, 2019).

Kemplang yang dimatangkan dengan menggunakan *microwave oven* memiliki sifat higroskopis atau mudah menyerap uap air. Sifat kemplang yang mudah menyerap air akan membuat kemplang menjadi *melempem* dan teksturnya lebih *alot* sehingga kurang nikmat untuk dikonsumsi (Wulandari *et al.*, 2013). Pengemasan merupakan salah satu cara untuk menghambat uap air lingkungan terserap oleh produk pangan kering (Triyanto *et al.*, 2013). Kemasan plastik merupakan kemasan yang sering digunakan untuk mengemas produk pangan. Kemasan plastik yang digunakan untuk produk kering adalah polipropilen (PP) dan nilon (Furqon *et al.*, 2016; Mareta & Shofia, 2011). Efektivitas penggunaan kemasan plastik dapat ditingkatkan dengan penambahan silika gel di dalam kemasan dan pengemasan vakum. Informasi umur simpan kemplang yang dimatangkan menggunakan *microwave* dan dikemas dengan plastik PP dan nilon belum dilaporkan.

Pendugaan umur simpan kemplang *microwave* yang dikemas dalam kombinasi kemasan plastik dilakukan dengan pendekatan kinetika reaksi, dan dilanjutkan dengan persamaan Arrhenius (Hariyadi, 2019). Model Arrhenius merupakan metode pendugaan umur simpan produk yang menggunakan suhu akselerasi sehingga bisa mempercepat reaksi yang mempercepat kerusakan pada produk. Parameter yang digunakan untuk menentukan umur simpan adalah kadar air. Rumus yang digunakan untuk menganalisa laju perubahan mutu selama waktu penyimpanan adalah persamaan kinetika mutu, yaitu $dc/dt = \pm k.C^n$; dc/dt adalah perubahan mutu terhadap waktu penyimpanan, k adalah konstanta laju perubahan, C adalah mutu dan n adalah ordo reaksi. Berdasarkan ordo reaksi dan nilai k yang diperoleh, maka umur simpan kemplang *microwave* dapat diprediksi dengan persamaan Arrhenius dengan rumus $t = \frac{C-C_0}{k}$, $t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$, $t = \frac{\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0}}{k}$. Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan kemplang yang dimatangkan dengan *microwave* dan dikemas berdasarkan persamaan kinetika reaksi perubahan kadar air.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah 1) kemplang mentah (diameter: ± 2 cm dan tebal: 2-5 mm, didapatkan dari UKM binaan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya di Kota Kayu Agung, Sumsel), 2) plastik polipropilen (PP) (panjang:

22 cm, lebar : 14 cm, tebal : 100 μm), 3) plastik nilon (panjang : 20 cm, lebar : 15 cm, tebal : 80 μm) dan 4) silika gel. Alat yang digunakan adalah 1) cawan aluminium, 2) neraca analitik (Ohaus, USA), 3) oven (Mettler, Jerman), 4) *microwave* (Panasonic NN-CD675M, Jepang), 5) penjepit, 6) desikator, 7) *sealer*, 8) *texture analyzer* (Brookfield, USA), 9) *vacuum sealer* (Powerpack, Cina), dan 10) stoples.

Pendugaan umur simpan dilakukan dengan menghitung parameter penurunan mutu kemplang *microwave* menggunakan persamaan kinetika reaksi (Hariyadi, 2019). Kemplang dikemas dengan menggunakan tiga kombinasi kemasan (A) dan diulang sebanyak 3 kali. Kombinasi kemasan yang digunakan adalah sebagai berikut:

A1 = PP (panjang : 22 cm, lebar : 14 cm, tebal : 100 μm)

A2 = PP (panjang : 22 cm, lebar : 14 cm, tebal : 100 μm) + silika gel

A3 = Nilon (panjang : 20 cm, lebar : 15 cm, tebal : 80 μm) + vakum

Analisis ordo reaksi perubahan mutu berdasarkan *best fit line plot* antara $[C]$, $\ln [C]$ dan $1/[C]$ terhadap waktu penyimpanan (t). Penentuan *best fit line* berdasarkan koefisien determinan (R^2) yang tertinggi. Apabila *best fit line plot* antara $[C]$ terhadap t adalah linier, maka termasuk reaksi ordo nol, apabila bersifat tidak linier maka termasuk reaksi ordo satu atau ordo dua. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk penentuan ordo satu atau dua. Apabila nilai R^2 *best straight line plot* $\ln [C]$ terhadap t lebih besar dari nilai R^2 *best straight line plot* $1/[C]$ terhadap t maka termasuk reaksi ordo satu dan sebaliknya termasuk reaksi ordo dua (Hariyadi, 2019).

Data hasil penelitian diolah berdasarkan persamaan Arrhenius untuk penentuan umur simpan (Wiyono *et al.*, 2023; Nirwana *et al.*, 2022). Parameter yang diamati meliputi kadar air (AOAC, 2005), kekerasan (Farida *et al.*, 2006), dan uji organoleptik (Pratama, 2011).

HASIL

Umur simpan kemplang *microwave* yang dikemas ditentukan dengan mengamati perubahan mutu kemplang dan penentuan ordo reaksi kemplang *microwave* selama penyimpanan serta perhitungan pendugaan umur simpan menggunakan kinetika reaksi persamaan Arrhenius. Mutu kemplang yang diamati pada penelitian ini adalah kadar air, tekstur kemplang dan uji organoleptik kerenyahan kemplang. Kemplang yang dimatangkan dengan *microwave* dan dikemas ditampilkan pada Gambar 1.



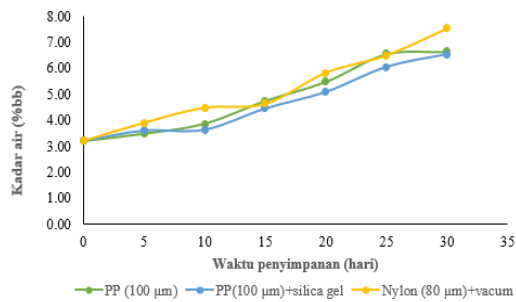
Kemasan PP (100 μm)

Kemasan PP+ silika gel

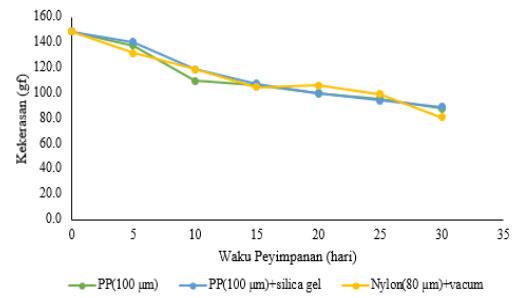
Kemasan nilon + vakum

Gambar 1. Kemplang *microwave* yang dikemas pada 3 jenis perlakuan pengemasan

Hubungan lama penyimpanan dengan perubahan kadar air % (bb) dan tekstur (gf) kemplang *microwave* disajikan pada Gambar 2 dan 3. Hasil uji organoleptik kemplang *microwave* (Tabel 1).



Gambar 2. Perubahan kadar air kemplang selama penyimpanan



Gambar 3. Perubahan tekstur kemplang selama penyimpanan

Tabel 1. Skor organoleptik kerenyahan kemplang *microwave* selama penyimpanan pada 3 jenis kemasan

| Kemasan | Waktu Penyimpanan (hari) | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| PP | 5 | 4,56 | 4,33 | 3,44 | 3,44 | 3,00 | 3,00 |
| PP + silika gel | 5 | 4,67 | 4,44 | 3,89 | 3,78 | 3,22 | 3,22 |
| Nilon + vakum | 5 | 4,44 | 4,22 | 3,33 | 3,22 | 3,00 | 2,78 |

Keterangan: 1 = sangat *lempem*; 2 = *lempem*; 3 = agak renyah; 4 = renyah; 5 = sangat renyah

Gambar 2 memperlihatkan bahwa kadar air kemplang *microwave* dalam penyimpanan suhu ruang ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) semakin meningkat dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Rata-rata kadar air awal kemplang *microwave* adalah 3,19% (bb) dan pada hari ke-30 penyimpanan terjadi kenaikan pada setiap kombinasi kemasan plastik yang digunakan. Nilai kadar air terendah adalah pada kombinasi kemasan PP (100 μm) ditambah silika gel yaitu 6,53% (bb), sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada kombinasi kemasan nilon (80 μm) ditambah vakum yaitu 7,52% (bb). Sementara Gambar 3 menunjukkan penurunan kekerasan kemplang selama penyimpanan kemplang. Nilai rata-rata kekerasan kemplang awal adalah 148,5 gf dan pada hari ke-30 kekerasan kemplang mengalami penurunan. Nilai kekerasan terendah terdapat pada kombinasi kemasan nilon (80 μm) ditambah vakum yaitu 80,9 gf dan nilai kekerasan tertinggi pada kombinasi kemasan PP ditambah silika gel yaitu 89,0 gf. Adapun kerenyahan kemplang semakin menurun dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Dari 3 parameter mutu penyebab kerusakan kemplang (kadar air, tekstur dan hasil uji organoleptik pada kerenyahan kemplang) ditetapkan perubahan kadar air sebagai parameter kunci kerusakan kemplang.

Kinetika perubahan kadar air kemplang selama penyimpanan dilaporkan dengan memperhatikan hubungan nilai R^2 pada grafik kadar air kemplang *microwave* terhadap waktu penyimpanan (t) pada penyimpanan suhu ruang ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) dalam kombinasi kemasan polipropilen (PP) dan nilon yang dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai k yang dimasukkan pada persamaan Arrhenius untuk menduga umur simpan kemplang diambil dari *slope* kemiringan terpilih berdasarkan nilai R^2 terbesar, perbandingan antara nilai R^2 persamaan grafik $\ln [C]$ terhadap t dengan determinasi (R^2) grafik $1/[C]$ terhadap t pada masing-masing kombinasi kemasan. Perhitungan umur simpan dipengaruhi kadar air awal dan kadar air kemplang *microwave* yang rusak. Nilai rata-rata kadar air awal kemplang *microwave* adalah 3,19% (bb) dan kadar air kemplang *microwave* rusak adalah 9,79% (bb). Tabel 3 melaporkan nilai k terpilih dan masa simpan pada masing-masing kemasan setelah dimasukkan pada persamaan Arrhenius.

Tabel 2. Nilai R² pada grafik kadar air kemplang *microwave* terhadap waktu penyimpanan (T) pada suhu ruang ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) dalam kombinasi kemasan plastik

| Kemasan | Grafik | Persamaan R ² | | Keterangan |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------|------------------|
| | | linear | kurva | |
| PP (100 μm) | [C] terhadap t | 0,9665 | 0,9710 | Ordo Reaksi Satu |
| | In [C] terhadap t | 0,9761 | 0,9764 | |
| | 1/[C] terhadap t | 0,9713 | 0,9820 | |
| PP (100 μm) + silika gel | [C] terhadap t | 0,9572 | 0,9840 | Ordo Reaksi Dua |
| | In [C] terhadap t | 0,9734 | 0,9796 | |
| | 1/[C] terhadap t | 0,9756 | 0,9757 | |
| Nilon (80 μm) + vakum | [C] terhadap t | 0,9714 | 0,9865 | Ordo Reaksi Satu |
| | In [C] terhadap t | 0,9841 | 0,9841 | |
| | 1/[C] terhadap t | 0,9641 | 0,9802 | |

Tabel 3. Nilai k kemplang dan umur simpannya pada masing-masing kemasan

| Kemasan | k terpilih (hari) | Umur Simpan (hari) |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|
| PP (100 μm) | 0,0272 | 27 |
| PP (100 μm) + silika gel | -0,0056 | 29 |
| Nilon (80 μm) + vakum | 0,0275 | 31 |

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, umur simpan kemplang *microwave* yang sudah dikemas, ditentukan dengan cara mengamati penyebab utama kerusakan kemplang. Penyebab utama kerusakan kemplang *microwave* adalah kenaikan kadar air dan penurunan nilai tekstur kemplang selama penyimpanan. Peningkatan kadar air dan penurunan nilai tekstur kemplang disebabkan oleh kemplang yang dimatangkan dengan menggunakan *microwave* memiliki sifat higroskopis atau mudah menyerap air. Peningkatan kadar air selama penyimpanan (Gambar 1) diduga karena kenaikan kadar air dalam kemasan yang dipengaruhi oleh permeabilitas kemasan. Permeabilitas kemasan nilon kedap terhadap gas, tetapi tidak kedap terhadap uap air artinya permeabilitas kemasan dipengaruhi oleh struktur dasar dan sifat permanen polimer seperti sifat bahan dan ketebalan plastik. Hal ini sejalan dengan pernyataan Akbar *et al.* (2013) bahwa nilai permeabilitas dipengaruhi oleh faktor-faktor sifat kimia polimer, struktur dasar polimer, sifat permanen polimer. Selain itu, penambahan silika gel berpotensi untuk penyerap uap air dalam kemasan. Menurut Efendi dan Lukman (2018), silika gel memiliki struktur berongga sehingga memiliki permukaan aktif sebagai penyerap untuk mengurangi resiko kondensasi uap air dalam kemasan.

Penurunan kekerasan kemplang (Gambar 3) selama penyimpanan disebabkan oleh adanya peningkatan kadar air. Diantara 3 kombinasi pengemasan yang diamati pada penelitian ini, nilai kekerasan tertinggi terdapat pada kombinasi kemasan PP ditambah silika gel yaitu 89,0 gf. Hal ini sejalan dengan pernyataan Meriatna (2015) bahwa penambahan silika gel dalam kemasan produk pangan dapat memperlambat kenaikan kadar air produk yang dikemas. Hasil uji organoleptik terhadap kerenyahan kemplang adalah pada hari pengamatan yang sama penilaian panelis terhadap kemplang *microwave* dengan tiga kombinasi kemasan berbeda tidak nyata, artinya kombinasi kemasan tidak berpengaruh terhadap kerenyahan kemplang *microwave* pada hari pengamatan yang sama. Semakin lama waktu penyimpanan maka penilaian panelis menghasilkan nilai rata-rata 5 sampai 3 (sangat renyah sampai dengan agak renyah) artinya kemplang *microwave* yang disimpan selama 30 hari masih layak untuk dikonsumsi.

Dari 3 parameter mutu penyebab kerusakan kemplang (kadar air, tekstur dan hasil uji organoleptik pada kerenyahan kemplang) ditetapkan perubahan kadar air sebagai parameter kunci kerusakan kemplang. Peningkatan kadar air menyebabkan penurunan nilai tekstur secara fisik dan penurunan nilai kerenyahan secara organoleptik.

Kinetika perubahan kadar air kemplang selama penyimpanan dianalisis dengan membandingkan grafik hubungan antara $[C]$, $\ln [C]$ dan $1/[C]$ terhadap waktu penyimpanan (t) pada suhu ruang ($\pm 30^\circ\text{C}$) dalam tiga cara pengemasan: kemasan PP (100 μm), PP (100 μm) ditambah silika gel, dan nilon (80 μm) ditambah vakum. Tabel 2 menjelaskan bahwa kurva $[C]$ terhadap t menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar terhadap grafik kurva yang berarti penurunan kadar air kemplang bisa termasuk ordo satu atau ordo dua untuk ketiga jenis kemasan. Sintesis biodiesel dari minyak jelantah juga termasuk kinetika reaksi ordo satu (Gita *et al.*, 2018). Demikian juga model kinetika degradasi sabun padat transparan ekstrak klorofil daun pepaya parameter mutu pH dan kadar air menggunakan orde satu (Wiyono *et al.*, 2023). Fitria *et al.* (2017) melaporkan bahwa perubahan warna klorofil pada label indikator menggunakan persamaan Arrhenius dengan reaksi ordo 0 dan ordo satu. Tabel 3 menjelaskan nilai k kemplang *microwave* yang dikemas PP (100 μm) ditambah silika gel lebih kecil dari kemplang yang dikemas dengan PP saja dan kemasan nilon yang divakum yaitu -0,0056/hari. Hal ini dikarenakan silika gel yang ditambahkan pada kemasan PP menyerap uap air yang masuk ke dalam kemasan plastik PP.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa kemplang *microwave* yang dikemas dengan kemasan nilon ditambah vakum memiliki umur simpan 31 hari. Hal ini menunjukkan bahwa kemasan vakum dapat memperlambat kenaikan air dalam kemasan. Prinsip kemasan vakum mengeluarkan semua gas pada kemasan. Gas yang dikeluarkan seperti oksigen, nitrogen dan karbondioksida (Hamdani *et al.*, 2017). Kemasan PP ditambah silika gel memiliki umur simpan lebih lama dibandingkan dengan kemplang *microwave* yang hanya dikemas dengan menggunakan PP (100 μm) saja yaitu 29 hari dan 27 hari. Hal ini disebabkan penambahan silika gel mampu menyerap uap air yang ada di dalam kemasan. Menurut Meriatna (2015), kenaikan kadar air dapat diperlambat karena sifat silika gel yang dapat digunakan sebagai penyerap uap air pada penyimpanan produk higroskopis.

Sebagai perbandingan umur simpan kemplang yang dikemas dengan plastik PP (0,7 mm) dan disimpan pada suhu ruang adalah 33 hari (Wulandari *et al.*, 2013). Menurut Indriyani *et al.* (2019), perubahan kadar air kemplang yang dikemas dengan kemasan polipropilen, nilon dan *metalized plastic* mengikuti ordo satu dengan nilai k terendah pada kemasan *metalized plastic* dengan lama penyimpanan 57 hari (kerupuk dengan proses *microwave*) dan 45 hari (kerupuk yang digoreng). Berdasarkan mutu kerusakan oksidasi menggunakan parameter kerusakan angka total oksidasi (Totox), prediksi masa simpan kerupuk ikan Palembang adalah 118 hari (Pangawikan *et al.*, 2022). Adapun umur simpan *food bar* talas beneng pada penyimpanan suhu 25°C yaitu 9,56 hari (Nirwana *et al.*, 2022). Permadi *et al.* (2022) melaporkan bahwa umur simpan kerupuk ikan salem matang (*Scomber japonicus*) yang dikemas dengan kemasan plastik polipropilen ketebalan 0,08 mm memiliki umur simpan 130 hari.

KESIMPULAN

Umur simpan kemplang *microwave* yang dikemas dengan kemasan PP (100 μm) 27 hari, kombinasi kemasan PP (100 μm) ditambah silika gel 29 hari, dan kombinasi kemasan nilon (80 μm) ditambah vakum 31 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor dan LPPM Universitas Sriwijaya yang telah memberi dana penelitian ini melalui hibah penelitian skema unggulan kompetitif Unsri tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar F., Anita Z., & Harahap H. (2013). Pengaruh waktu simpan film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 11-15. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i2.1431>
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of The Association Official Analytical Of Chemist*. Washington DC. United State of America: The Association of Official Analytical Chemist. Inc.
- Efendi, Z., & Lukman, H. (2018). Perubahan sifat fisikokimia pisang Ambon Curup (*Musa sapientum* cv. 'Ambon Curup') selama penyimpanan menggunakan Ca(OH)₂ - silika gel sebagai bahan penunda kematangan. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 23(2), 89-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v23i2.89-96>
- Farida, D.N., H.D Kusumaningrum., Wulandari, N., & Indrasti, D. (2006). *Analisa Laboratorium*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB.
- Fitria, E.A., Warsiki, E., & Yuliasih, I. (2017). Model kinetika perubahan warna label indikator dari klorofil daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27 (1), 17-23. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/17100>
- Furqon, A.Q.A., Iffan, M., & Askur, R. (2016). Pengaruh jenis pengemas dan lama penyimpanan terhadap mutu produk nugget gembus. *AGROINTEK*, 10(2), 72-75. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v10i2.2468>
- Gita A.C., Haryanto A., Saputra T.W., & Telaumbanua M. (2018). Penentuan nilai parameter kinetika orde satu pada sintesis biodiesel dari minyak jelantah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 7(2), 72-79. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-1.v7i2.72-79>
- Guttifera, Sari, S.R., Pratama, F., Widowati, T.W., & Prariska, D. (2020). Karakteristik sensoris *microwaveable* kemplang Palembang dengan perbedaan ketebalan dan level daya pada proses pematangan. *Jurnal Ilmu Perikanan Air Tawar (Clarias)*, 1(1), 13-18. <https://doi.org/10.56869/clarias.v1i1.54>
- Hamdani, R.R., Noviar, H. & Raswen, E. (2017). Karakteristik bakso jantung pisang dan ikan patin dengan metode pengemasan vakum dan non-vakum pada suhu dingin. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian UNRI*, 4(2), 1-14. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/download/17102/16515>
- Hariyadi, P. (2019). *Masa Simpan dan Batas Kadaluarasa Produk Pangan*. Jakarta: PT Gramedia.
- Indriani M., Pratama F., & Hermanto. (2019). Analisis lama penyimpanan kemplang ikan Palembang yang diproses dengan panas dari gelombang mikro dan yang digoreng. *Jurnal Fishtech*, 8(2), 72-78. DOI: <https://doi.org/10.36706/fishtech.v8i2.10008>
- Mareta, T.D., & Shofia, N.A. (2011). Pengemasan produk sayuran dengan bahan kemasan plastik pada penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 7(1), 26–40. <https://doi.org/10.31942/mediagro.v7i1.530>
- Meriatna, Maulinda L., Khalil M., & Zulmiardi. (2015). Pengaruh temperatur pengeringan dan konsentrasi asam sitrat pada pembuatan silika gel dari sekam padi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1), 78 – 88. <https://ojs.unimal.ac.id/jtk/article/download/65/51>
- Nirwana, N. K., Eris, F. R., Riyanto, R.A., & Putri, N.A. (2022). Pendugaan umur simpan food bar talas beneng metode *accelerated shelf-life testing* (ASLT) model Arrhenius dengan kemasan aluminium foil. *In Prosiding Seminar Nasional Instiper*, 1(1), 323–331. <https://doi.org/10.55180/pro.v1i1.269>
- Pangawikan A.D., Mukti R.C., Sari D.I., & Ridhowati S. (2022). Prediksi masa simpan kerupuk ikan Palembang melalui pendekatan angka total oksidasi (totox) dengan

- metode *accelerated self-life test* (ASLT). *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 27(2), 81-89. <http://doi.org/10.23960/jtihp.v27i2.81-89>
- Permadi A., Afifah R.A., Latifa D., Hidayah N., Salampey R.B.S., Prasetyo Y., & Maulani H.A. (2022). Pendugaan umur simpan kerupuk ikan salem (*Scomber japonicus*) dengan kemasan plastik polipropilen dan plastik *metalized* di Poklamsar Mina Sejahtera, Tangerang. *PELAGICUS: Jurnal IPTEK Terapan Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 93-107. <http://dx.doi.org/10.15578/plgc.v3i2.11066>
- Pratama, F. 2011. *Evaluasi Sensoris*. Palembang: Unsri Press.
- Pratama, A.P., Rosidah, U., & Syafutri, M.I. (2020). Pengaruh penambahan jamur tiram putih dan MOCAF terhadap karakteristik kerupuk udang *microwaveable*. *Jurnal Fishtech*, 9(2), 85-96. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v9i2.12672>
- Rahmah N.L., Sisca Ikke Wulandari S.I. Nisa C.H., & Rohman D.R.S. (2019). Produksi glukosamin biji buah siwalan (*Borassus flabellifer*) menggunakan *pre-treatment* MAE (*Microwave Assisted Extraction*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(2), 139-14. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2019.020.02.7>
- Triyanto E., Prasetyono B.W.R.E., & Mukodiningsih S. (2013). Pengaruh bahan pengemas dan lama simpan terhadap kualitas fisik dan kimia wafer pakan komplit berbasis limbah agroindustri. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 400-409. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/aaaj>
- Wiyono, A.E., Rani, I.C., Choiron, M., Setiawan, A., & Massahid, A.D. (2023). Kinetika perubahan mutu sediaan sabun padat transparan dari ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 35-44. <https://doi.org/10.25105/jti.v13i1.17512>
- Wulandari, A., Sri, W., & Dwi, D.N. (2013). Prediksi umur simpan kerupuk kemplang dalam kemasan plastik polipropilen beberapa ketebalan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 2(2), 105 – 114. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP/article/view/256/255>