

VOLUME 15, NOMOR 3 SEPTEMBER 2021

ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410

AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published four times a year in March, June, September and December.

Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

Editor In Chief

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Editorial Board

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Managing Editor

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Assistant Editor

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Alamat Redaksi

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: Agrointek@trunojoyo.ac.id

KATA PENGANTAR

Salam,

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, kami terbitkan Agrotek edisi September 2021. Di tengah pandemi yang berkepanjangan ini, ilmuwan Indonesia masih tetap berkarya. Pada edisi kali ini 32 artikel hasil penelitian, yang terdiri dari 11 artikel dari bidang pengolahan pangan dan nutrisi, sistem manajemen, rantai pasok, dan pengendalian kualitas; 3 artikel tentang rekayasa pangan, dan 2 artikel tentang manajemen limbah. Para penulis berasal dari berbagai institusi pendidikan dan penelitian di Indonesia.

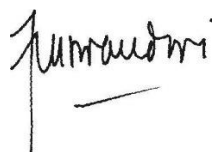
Kami mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan penelaah yang telah bekerja keras untuk menyiapkan manuskrip hingga final. Kami juga berterimakasih kepada ibu dan bapak yang memberi kritik dan masukan berharga bagi Agrotek.

Untuk menyiapkan peringkat jurnal Agrotek di masa depan, kami berharap kontribusi para peneliti untuk mengirimkan manuskrip dalam bahasa Inggris. Semoga kita akan mampu menerbitkan sendiri karya-karya unggul para ilmuwan Indonesia.

Selamat berkarya.

Salam hormat

Prof. Umi Purwandari





PENDUGAAN UMUR SIMPAN GARAM FORTIFIKASI KELOR MENGUNAKAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING*

Resty Putri Ariesta Shandy, Iffan Maflahah*, Asfan

*Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura,
Bangkalan, Indonesia*

Article history

Diterima:

16 April 2020

Diperbaiki:

2 September 2021

Disetujui:

3 September 2021

Keyword

*Moringa Fortification
Salt; Shelf Life; ASLT
Method; Arrhenius
Model*

ABSTRACT

Moringa fortification salt is a salt that has the addition of nutrients using Moringa extract as an additional ingredient. Research objectives: 1) determine the effect of storage temperature and type of packaging on the quality of Moringa fortification salt. 2) determine the shelf life of the Moringa fortified salt product by estimating the shelf life of Moringa fortified salt shelf life. The method is used Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) model. The results showed differences in storage temperature and type of packaging significantly affected the colour parameters of organoleptic tests, vitamin A and vitamin C. The kind of packaging significantly affected the parameters of NaCl content and colour test (b). The shelf life of Moringa fortified salt at a storage temperature of 30°C using PET plastic bottles (14.30 months) and aluminium foil packaging (13.47 months). The shelf life of Moringa fortified salt at a storage temperature of 45°C using PET plastic bottles (15.86 months) and aluminium foil packaging (14.80 months). The shelf life of Moringa fortified salt at a storage temperature of 60°C using PET plastic bottles (16.71 months) and aluminium foil packaging (15.17 months).

© hak cipta dilindungi undang-undang

* Penulis Korespondensi
Email : Iffanmaflahah@gmail.com
DOI 10.21107/agrointek.v15i3.7093

PENDAHULUAN

Garam merupakan padatan berbentuk kristal, memiliki warna putih dan memiliki sifat mudah menyerap air. Garam menjadi salah satu komoditas yang paling banyak digunakan baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun untuk kebutuhan industri. Garam termasuk jenis mineral halida yang memiliki komposisi natrium (Na) dan klorin (Cl). Jumlah natrium pada garam sebanyak 39,3% dan klorin sebanyak 60,7% (Adi *et al.*, 2006).

Garam diklasifikasikan menjadi 2 macam, yaitu garam konsumsi dan garam industri. Kandungan NaCl untuk garam konsumsi minimal 94%. (Salim dan Munadi 2016). Beberapa karakteristik garam antara lain larut dalam air, larut dalam alkohol, tidak larut dalam asam klorida pekat, suhu untuk mencair sebesar 801°C, dan dapat menguap pada suhu tinggi diatas titik didihnya yaitu 1413°C (Adi *et al.*, 2006).

Pada pembuatan garam fortifikasi kelor dilakukan penambahan 5 ml ekstrak daun kelor pada garam dapat menghasilkan garam dengan kandungan vitamin A sebesar 0,98 µg/g, sedangkan penambahan sebanyak 10 ml dapat menghasilkan garam dengan kandungan vitamin A sebesar 1,37 µg/g (Efendi, 2017).

Garam fortifikasi kelor belum banyak dikenal oleh masyarakat, sehingga perlu dilakukan preferensi konsumen. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembelian garam fortifikasi kelor oleh konsumen adalah rasa, warna, tekstur, harga dan umur simpan (Astutik, Maflahah, & Rakhmawati, 2019). Rasa dari garam fortifikasi kelor berbeda dengan rasa garam yang ada (garam konsumsi beriodium), warna hijau menarik, tekstur kasar, harga murah, serta umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan garam iodium (Astutik *et al.*, 2019). Berdasarkan pertimbangan konsumen tersebut, sehingga perlu adanya pendugaan umur simpan garam fortifikasi kelor untuk mengetahui lama waktu garam fortifikasi kelor yang layak dikonsumsi.

Pengujian umur simpan menunjukkan berapa lama produk dapat mempertahankan mutunya selama penyimpanan tetap sama seperti kondisi awal (Asiah, Cempaka, & David, 2018). Mengingat begitu pentingnya umur simpan, maka penelitian mengenai pendugaan umur simpan garam fortifikasi kelor juga penting dilakukan agar konsumen percaya bahwa produk yang akan

dibeli masih dalam kondisi baik dan aman untuk dikonsumsi.

Metode yang sering digunakan dalam pendugaan umur simpan pada produk pangan adalah metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT). Pendugaan umur simpan produk menggunakan metode ASLT dilakukan dengan cara menyimpan produk pada kondisi ekstrim yang dapat mempercepat penurunan mutu produk (Asiah *et al.*, 2018). Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini adalah suhu penyimpanan produk yaitu pada suhu 30°C, 45°C, dan 60°C serta menggunakan 2 jenis kemasan yang berbeda yaitu aluminium foil dan botol plastik PET. Parameter pengujian meliputi pengujian kadar air, kandungan NaCl, pengujian kandungan vitamin A (β -karoten), kandungan vitamin C, dan uji warna, serta uji organoleptik yang meliputi warna, rasa, aroma, tekstur, dan kesukaan keseluruhan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknologi Industri Pertanian dan Laboratorium Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura pada bulan Oktober hingga Desember 2019. Bahan yang digunakan yaitu garam fortifikasi kelor. Kemasan yang digunakan yaitu aluminium foil dan botol plastik PET. Pemilihan kedua jenis kemasan dikarenakan jenis kemasan tersebut banyak ditemui di pasaran.

Tahapan penelitian adalah dengan mengemas garam fortifikasi kelor menggunakan kemasan aluminium foil dan botol plastik PET. Suhu penyimpanan yang digunakan yaitu 30°C, 45°C, dan 60°C dengan rancangan penelitian seperti pada Tabel 1. Penggunaan suhu penyimpanan mengacu pada penelitian Listanti dan Ediaty (2018) tentang pendugaan umur simpan gula kelapa kristal menggunakan suhu diatas suhu ruang.

Tabel 1 Rancangan Penelitian

Jenis Kemasan	Suhu 30°C (X)	Suhu 45°C (Y)	Suhu 60°C (Z)
Aluminium foil (A)	AX	AY	AZ
Botol Plastik PET (B)	BX	BY	BZ

Keterangan

- AX : kemasan aluminium foil disimpan pada suhu 30°C
 BX : kemasan botol plastik PET disimpan pada suhu 30°C
 AY : kemasan aluminium foil disimpan pada suhu 45°C
 BY : kemasan botol plastik PET disimpan pada suhu 45°C
 AZ : kemasan aluminium foil disimpan pada suhu 60°C
 BZ : kemasan botol plastik PET disimpan pada suhu 60°C

Penyimpanan dilakukan selama 40 hari dan dilakukan pengamatan setiap 10 hari sekali yaitu pada hari ke- 10, 20, 30, dan 40 untuk masing-masing perlakuan.

Pembuatan Garam Fortifikasi Kelor

Proses pembuatan garam fortifikasi kelor adalah dengan melarutkan garam krosok menggunakan perbandingan 350 gram dalam 1 liter aquades ($be = 20$) kemudian dididihkan sampai menjadi garam. Penambahan ekstrak daun kelor sebanyak 30%. Tahapan selanjutnya adalah tahap pengeringan dengan teknik pemanasan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air (Permatasari, Helmiyati, & Iskandar, 2017).

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pengujian Kadar Air

Uji kadar air dengan menggunakan oven (AOAC, 1995). Kadar air dihitung sebagai persen berat, artinya berapa gram berat contoh dengan selisih berat dari contoh yang belum diuapkan dengan contoh yang telah dikeringkan. Urutan kerja sebagai berikut :

1. Cawan porselen dengan penutup dibersihkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 – 110°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang beratnya (A).
2. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dan ditaruh dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya (B). Sampel dalam porselen dikeringkan pada suhu 105°C selama 3 jam dan selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (C).
3. Penimbangan diulang sampai berat menjadi konstan.

$$\text{Kadar air} = \frac{(B - C)}{(B - A)} \times 100$$

Pengujian Kadar NaCl

Prinsip perhitungan kadar NaCl menggunakan Metode Mohr (Day & Underwood, 1996). Prinsipnya sampel kering hasil pengabuan dapat langsung di titrasi dengan perak nitrit. Ion – ion perak mengendap sebagai perak klorida sampai ion klorida habis dan kelebihan perak di ukur dengan potassium kromat.

Prinsip kerja adalah sampel ditimbang 5 g dan diabukan. Abu di cuci dengan aquades sedikit mungkin dan dipindahkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan 1 ml larutan kalium kromat 5% dan titrasi dengan larutan perak 0,1 M. Titik akhir titrasi tercapai apabila timbul warna merah keruh yang pertama. Kandungan garam dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ NaCl} = \frac{T \times M \times 5,84}{W}$$

Dimana: T: titer; M: molaritas perak nitrat; w: berat sampel

Pengujian Vitamin A

Uji vitamin A dengan menggunakan spektrofotometer dengan cara sampel dimasukkan dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan tetes demi tetes kloroform hingga larut. Kemudian 2 tetes asam asetat anhidrid (untuk menghilangkan air dan larutan $SbCl_3$). Panjang gelombang yang digunakan maksimum 325 sampai 328 nm (AOAC, 1995).

Pengujian Vitamin C

Tahapan pengujian vitamin C (AOAC, 1995) adalah sebagai berikut :

Pembuatan larutan standar vitamin C

Bahan ditimbang 50 mg vitamin C dan dilarutkan dalam larutan asam metafosfat 6% dalam labu takar 100 ml, dicukupkan volumenya batas dengan asam metafosfat 6%. Sebanyak 4 ml larutan tersebut diencerkan sampai 50 ml dengan larutan asam metafosfat 6%. Dari larutan ini dibuat larutan baku dengan konsentrasi 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 bpj.

Penentuan panjang gelombang maksimum

Larutan vitamin C baku dipipet 2 ml lalu diencerkan dengan asam metafosfat 6% sebanyak

10 ml. Dipipet 5 ml larutan tersebut lalu ditambahkan dengan cepat pereaksi 2,6 diklorofenol indofenol, dikocok dan segera dilakukan pengukuran pada panjang gelombang 480-530 nm.

Pembuatan larutan sampel

Ditimbang bahan 1 gram kemudian masing-masing ditambah 5 ml larutan asam metafosfat 6 % lalu dihomogenkan dan disaring. Hasil saringan dicukupkan volume sampai 10 ml dengan larutan asam metafosfat 6 %. Masing-masing dipipet 1 ml lalu dimasukkan kedalam labu takar 10 ml lalu dicukupkan volumenya sampai batas dengan larutan asam metafosfat 6%.

Pengukuran Vitamin C

Sampel dipipet 1 ml larutan sampel dengan pipet volume dengan cepat ditambahkan pereaksi 2,6-diklorofenol indofenol, kemudian diukur serapannya pada spektrofotometri.

Pengujian organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan 25 panelis. Parameter pengujian organoleptik adalah warna dan tekstur garam fortifikasi kelor.

Penentuan Umur Simpan

Penentuan umur simpan garam fortifikasi kelor menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) model Arrhenius. Menurut Asiah *et al.*, (2018), dalam penentuan umur simpan suatu produk, terdapat beberapa kriteria yang digunakan untuk memilih parameter mutu, antara lain:

1. Nilai koefisien korelasi (R^2) yang paling besar untuk menentukan parameter mutu

yang paling cepat mengalami penurunan mutu selama proses penyimpanan berlangsung.

2. Nilai energi aktivasi (E_a) yang paling rendah untuk menentukan parameter mutu yang paling sensitif terhadap perubahan suhu.
3. Apabila parameter yang masuk dalam kriteria melebihi 3 parameter, maka memilih parameter yang memiliki umur simpan paling pendek.

Perhitungan umur simpan mengikuti persamaan reaksi ordo satu (Asiah *et al.*, 2018) sebagai berikut:

$$t = \frac{(\ln A_0 - \ln A)}{k}$$

Dimana:

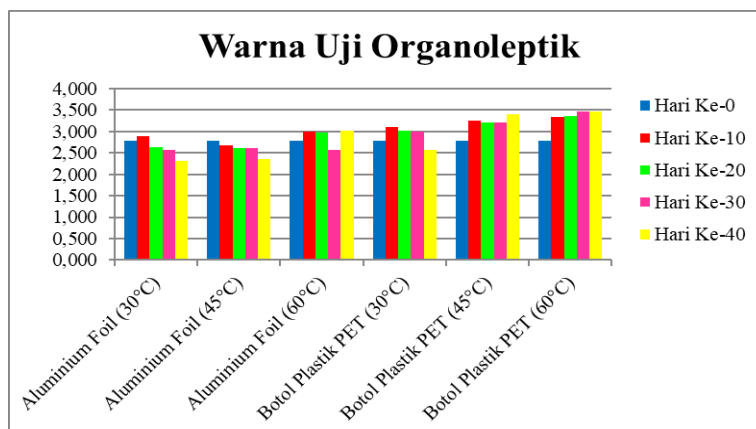
- t : prediksi umur simpan (hari)
- A_0 : mutu awal
- A : mutu akhir setelah waktu penyimpanan
- k : konstanta penurunan mutu pada suhu penyimpanan T.

HASIL DAN PEMBAHASAN

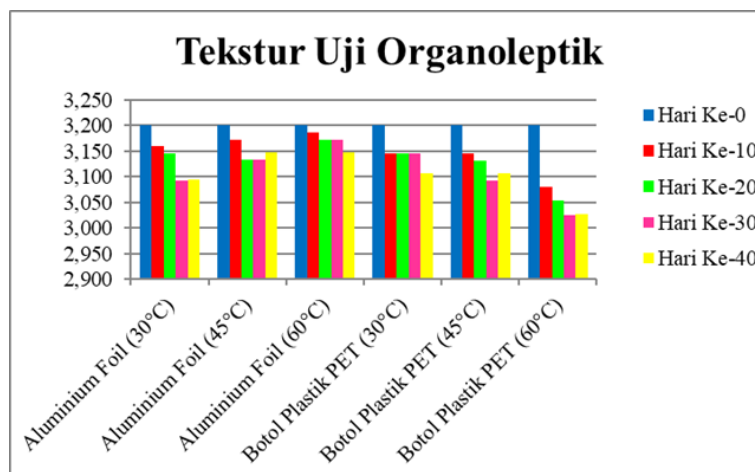
Pengukuran Perubahan Kualitas Garam Fortifikasi Kelor

Parameter Warna Uji Organoleptik

Warna merupakan salah satu parameter penting bagi suatu produk karena menjadi daya tarik utama saat konsumen memilih produk. Perubahan penilaian panelis terhadap warna garam fortifikasi kelor selama 40 hari penyimpanan tampak seperti **Gambar 1**.



Gambar 1 Perubahan Penilaian Panelis terhadap Warna Garam Fortifikasi kelor Selama Penyimpanan



Gambar 2 Perubahan Penilaian Panelis terhadap Tekstur Garam Fortifikasi Kelor Selama Penyimpanan

Warna garam fortifikasi kelor mengalami perubahan selama penyimpanan. Perbedaan suhu penyimpanan dengan jenis kemasan menyebabkan perbedaan perubahan warna pada garam. Perlakuan menggunakan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C menunjukkan nilai paling rendah setelah dilakukan penyimpanan selama 40 hari, yaitu sebesar 2,308 (pudar). Perlakuan menggunakan kemasan botol plastik PET dengan suhu penyimpanan 60°C menunjukkan nilai paling tinggi yaitu sebesar 3,467 (agak kuat).

Penilaian panelis menunjukkan hasil semakin tinggi dikarenakan warna garam setelah 40 hari penyimpanan tampak gosong sehingga tampak tidak pudar dan dinilai warnanya lebih kuat daripada warna sebelum penyimpanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan menunjukkan bahwa semakin besar laju aliran udara sehingga semakin cepat penurunan warna. Semakin lama waktu oksidasi dapat menyebabkan semakin cepat penurunan warna (Budhikarjono, 2007). Warna pudar pada garam menunjukkan bahwa komponen pada kandungan garam mengalami kerusakan, salah satunya yaitu senyawa karotenoid. Senyawa karotenoid memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap udara dan sinar terutama pada suhu tinggi sehingga mudah mengalami kerusakan saat terkena suhu tinggi.

Parameter Tekstur Uji Organoleptik

Tekstur merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap penerimaan konsumen pada produk pangan. Perubahan penilaian panelis terhadap tekstur garam fortifikasi kelor selama 40 hari penyimpanan tampak seperti **Gambar 2**.

Penilaian tekstur oleh panelis paling rendah terjadi pada perlakuan pengemasan menggunakan

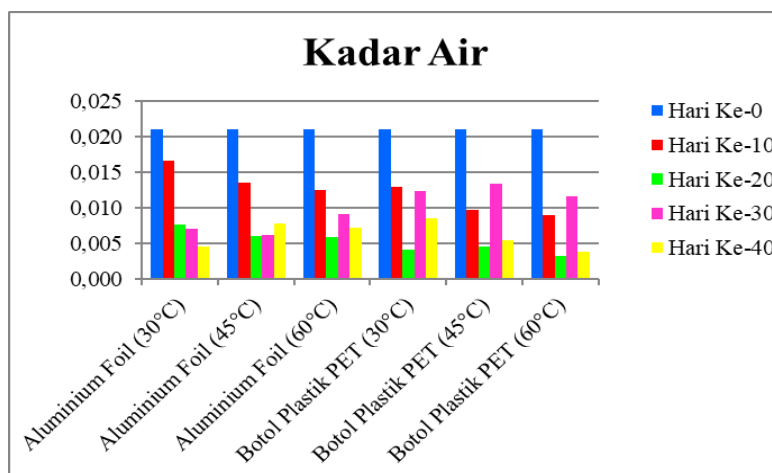
botol plastik PET dengan suhu penyimpanan 60°C yaitu sebesar 3,026 (agak halus), sedangkan untuk penilaian paling tinggi terjadi pada perlakuan pengemasan menggunakan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 45°C dan 60°C yaitu sebesar 3,147 (agak halus).

Perbedaan perubahan tekstur garam tidak signifikan seperti halnya hasil analisis variansi hampir semua tidak berpengaruh nyata. Tekstur garam fortifikasi kelor tampak pada grafik semakin lama waktu penyimpanan, maka semakin berkurang (semakin kasar). Hal ini diduga dipengaruhi oleh kadar air pada garam itu sendiri. Tekstur suatu bahan pangan berkaitan dengan kandungan air yang terdapat pada bahan pangan tersebut, sehingga semakin banyak kandungan air pada bahan maka semakin halus bahan tersebut, begitu pula sebaliknya semakin rendah kandungan air pada bahan maka semakin kasar bahan pangan tersebut (Thariq, Swastawati, & Surti, 2014)

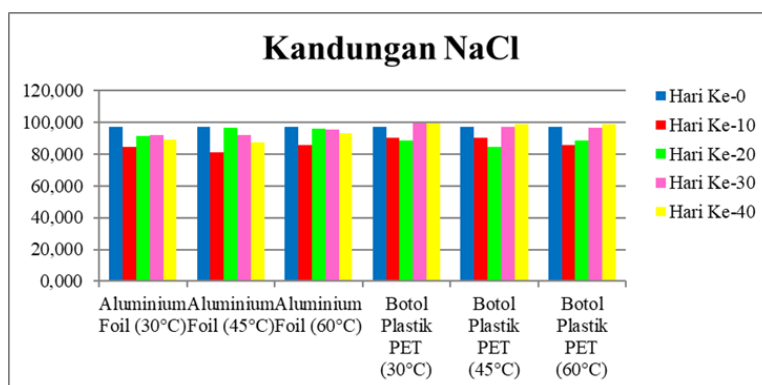
Parameter Kadar Air

Analisis nilai kadar air dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar air garam selama penyimpanan. Perubahan kadar air pada bahan pangan merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan maka bahan pangan tersebut semakin cepat mengalami kerusakan (Buckle, Edward, Fleet, & Wooton, 1987). Perubahan kadar air garam fortifikasi kelor selama penyimpanan dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Masing-masing perlakuan pada garam fortifikasi kelor mengalami perubahan kadar air yang berbeda-beda. Nilai kadar air pada masing-masing perlakuan cenderung mengalami penurunan.



Gambar 3 Perubahan Kadar Air Garam Fortifikasi Kelor Selama Penyimpanan



Gambar 4 Perubahan Kandungan NaCl Garam Fortifikasi Kelor Selama Penyimpanan

Kadar air terendah setelah dilakukan penyimpanan 40 hari terjadi pada perlakuan penyimpanan menggunakan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C dan pada kemasan botol plastik PET dengan suhu penyimpanan 60°C yaitu sebesar 0,4%. Diagram hasil uji kadar air selama penyimpanan terlihat naik turun. Hal ini disebabkan karena garam memiliki sifat mudah menyerap air (Adi *et al.*, 2006).

Penyimpanan menggunakan suhu tinggi mengakibatkan air mengalami evaporasi. Bahan pangan yang disimpan pada kelembaban rendah menyebabkan bahan pangan tersebut melepaskan uap air ke lingkungan, sehingga terjadi penurunan kadar air (Rauf, 2015).

Penyimpanan selama 40 hari menyebabkan kadar air pada garam fortifikasi kelor mengalami penurunan. Kondisi garam setelah 40 hari penyimpanan pada kemasan botol plastik PET menggumpal, sementara pada kemasan aluminium foil tidak. Penurunan kadar air juga menyebabkan tesktur pada garam berubah

semakin kasar, seperti halnya penilaian panelis terhadap tekstur garam.

Parameter Kandungan NaCl

Kadar NaCl merupakan parameter penting pada garam. Kandungan NaCl garam fortifikasi kelor selama penyimpanan mengalami perubahan seperti pada **Gambar 4**.

Kandungan NaCl pada garam fortifikasi kelor mengalami perubahan selama 40 hari penyimpanan. Hasil uji variansi menunjukkan yang berpengaruh terhadap nilai NaCl adalah jenis kemasan yang digunakan

Kandungan NaCl paling tinggi setelah 40 hari penyimpanan terjadi pada pengemasan menggunakan kemasan botol plastik PET dengan suhu penyimpanan 30°C yaitu sebesar 99,1%, sementara itu kandungan NaCl paling rendah setelah penyimpanan 40 hari terjadi pada penyimpanan menggunakan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 45°C yaitu sebesar 87,4%. Lama waktu penyimpanan dan suhu penyimpanan dapat mempengaruhi kandungan

NaCl pada garam (Mefriyanto, 2014). Semakin lama waktu penyimpanan dapat meningkatkan kandungan NaCl pada garam rakyat. Lama waktu penyimpanan dapat mempengaruhi kandungan NaCl karena terjadi proses penirisan air pada garam yang menyebabkan air pada garam keluar, sehingga kandungan NaCl meningkat

Semakin tinggi suhu penyimpanan dapat mempercepat proses penirisan air yang terdapat pada garam dan sebaliknya semakin rendah suhu penyimpanan maka proses penirisan air semakin lambat. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka waktu yang dibutuhkan untuk meningkatkan kandungan NaCl semakin singkat, begitu juga sebaliknya, dengan demikian dapat dikatakan bahwa kandungan air pada garam juga mempengaruhi kandungan NaCl garam

Parameter Kandungan Vitamin A (β -Karoten)

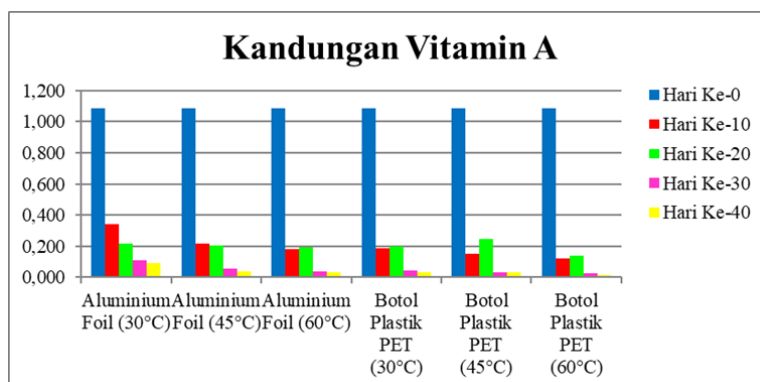
Sumber bahan pangan nabati yang mengandung vitamin A salah satunya yaitu daun kelor. Vitamin A yang terdapat pada bahan pangan nabati sebagian besar dalam bentuk provitamin A yang memiliki komponen utama yaitu α -karoten, β -karoten, dan γ -karoten (Rauf 2015). Kandungan vitamin A pada garam fortifikasi kelor mengalami perubahan selama penyimpanan, seperti pada **Gambar 5**.

Kandungan vitamin A masing-masing perlakuan pada garam fortifikasi kelor mengalami penurunan. Penurunan kandungan vitamin A paling tinggi terjadi pada perlakuan penyimpanan

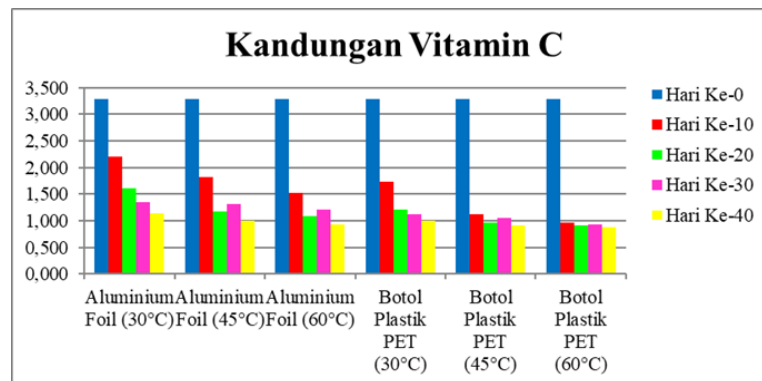
menggunakan kemasan botol plastik PET dengan suhu 60°C, sedangkan penurunan paling rendah terjadi pada perlakuan penyimpanan menggunakan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C. Penurunan kandungan vitamin A pada garam fortifikasi kelor menunjukkan terjadinya proses dekomposisi vitamin.

Vitamin A terutama β -karoten sangat mudah mengalami proses dekomposisi yang diakibatkan oleh panas, cahaya, oksigen, serta kondisi lingkungan yang asam (Rauf, 2015). Oksidasi pada vitamin A menyebabkan penurunan kapasitas absorpsi. Selain itu, terjadinya oksidasi juga dapat menghilangkan kemampuan retinil asetat untuk berikatan dengan lipid. Semakin lama penyimpanan maka kandungan vitamin A semakin berkurang, hal ini disebabkan karena semakin banyak vitamin A yang terdekomposisi oleh panas. Sama halnya dengan suhu penyimpanan, semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin cepat proses dekomposisi vitamin yang menyebabkan penurunan kandungan vitamin A pada garam fortifikasi kelor.

Kandungan vitamin A pada garam fortifikasi kelor mula-mula sebesar 1,086 $\mu\text{g/g}$, sedangkan setelah 40 hari penyimpanan kandungan vitamin A hanya sebesar 0,013 $\mu\text{g/g}$. Penurunan vitamin A paling rendah terjadi pada perlakuan penyimpanan menggunakan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C. kandungan vitamin A setelah 40 hari penyimpanan sebesar 0,094 $\mu\text{g/g}$.



Gambar 5 Perubahan Kandungan Vitamin A Garam Fortifikasi Kelor Selama Penyimpanan



Gambar 6 Perubahan Kandungan Vitamin C Garam Fortifikasi Kelor Selama Penyimpanan

Menurut Sucipta, Suriasih, & Pande Ketut Diah Kencana (2017), plastik PET tergolong dalam polimer termoplastik yang memiliki sifat tidak tahan terhadap panas, sedangkan aluminium foil memiliki sifat yang tidak terpengaruh oleh panas, sehingga bahan pangan yang dikemas menggunakan kemasan aluminium foil akan mengalami penurunan mutu yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan pangan yang dikemas menggunakan kemasan plastik PET.

Parameter Kandungan Vitamin C

Vitamin C atau asam askorbat merupakan jenis vitamin yang larut dalam air (Rauf, 2015). Kandungan vitamin C pada garam fortifikasi kelor mengalami penurunan selama penyimpanan. Penurunan kandungan vitamin C tampak pada **Gambar 6**.

Kandungan vitamin C pada garam fortifikasi kelor masing-masing perlakuan mengalami penurunan. Penurunan kandungan vitamin C paling rendah terjadi pada perlakuan penyimpanan menggunakan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C, sementara itu penurunan kandungan vitamin C yang paling tinggi terjadi pada perlakuan penyimpanan menggunakan kemasan botol plastik PET dengan suhu penyimpanan 60°C. Sama halnya seperti jenis vitamin lainnya, vitamin C juga mudah mengalami kerusakan. Vitamin C mudah teroksidasi dan sangat sensitif terhadap cahaya, panas, dan udara (Rauf, 2015).

Semakin lama waktu penyimpanan maka semakin berkurang kandungan vitamin C pada garam fortifikasi kelor. Hal ini disebabkan karena vitamin C pada garam teroksidasi oleh panas. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin cepat proses oksidasi vitamin C tersebut, sehingga penurunan kandungan vitamin C juga semakin tinggi. Penurunan kandungan vitamin C pada

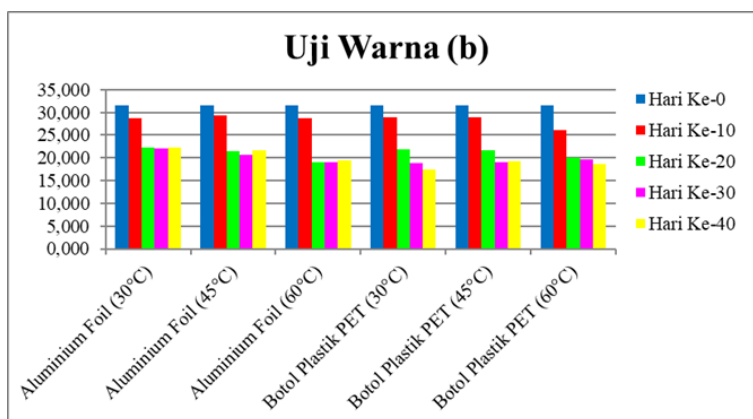
garam fortifikasi kelor seperti pada Gambar 6 terlihat bahwa penurunan paling tinggi terjadi pada perlakuan penyimpanan menggunakan botol plastik PET dengan suhu penyimpanan 60°C, yaitu vitamin C yang awalnya 3,285% turun menjadi 0,880% setelah 40 hari penyimpanan. Penurunan vitamin C paling rendah terjadi pada perlakuan pengemasan menggunakan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C. Kandungan vitamin C setelah 40 hari penyimpanan menggunakan kemasan tersebut sebesar 1,144%.

Menurut Rauf (2015), vitamin C mudah rusak apabila terkena panas dan cahaya, maka makanan yang mengandung vitamin C harus disimpan ditempat yang sejuk dan teduh. Sifat sensitif dari vitamin C tersebut dapat diantisipasi dengan cara mengemas menggunakan kemasan yang tidak tembus cahaya dan tidak transparan.

Parameter Uji Warna (b)

Warna merupakan parameter yang pertama kali dilihat oleh konsumen sebelum membeli produk. Perubahan hasil pengukuran warna garam fortifikasi kelor selama 40 hari penyimpanan dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Berdasarkan **Gambar 7** dapat diketahui bahwa semakin lama penyimpanan garam fortifikasi kelor maka warna garam dalam hal ini tingkat kekuningan semakin menurun. Penurunan tingkat kekuningan pada warna garam ini menunjukkan bahwa warna garam semakin lama semakin memudar. Perlakuan penyimpanan garam fortifikasi kelor dengan menggunakan kemasan botol plastik PET pada suhu penyimpanan 30°C menunjukkan hasil penurunan paling tinggi. Penurunan tingkat kekuningan paling rendah terjadi pada perlakuan pengemasan menggunakan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C.



Gambar 7 Perubahan Warna Garam Fortifikasi Kelor Selama Penyimpanan

Perubahan tingkat kekuningan pada warna garam fortifikasi kelor yang berbeda-beda disebabkan karena perbedaan suhu penyimpanan dan jenis kemasan. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin pudar warna kekuningan pada garam fortifikasi kelor yang ditandai dengan adanya pencoklatan.

Jenis kemasan yang digunakan juga mempengaruhi kecepatan proses pencoklatan pada produk. Kemasan plastik PET termasuk jenis polimer termoplastik yaitu jenis plastik yang tidak tahan terhadap panas, sehingga panasnya suhu penyimpanan lebih mudah masuk dan merusak produk. Berbeda dengan plastik PET, kemasan aluminium foil merupakan salah satu jenis kemasan yang memiliki tingkat perlindungan yang baik terhadap panas, cahaya, kelembaban, maupun oksigen (Sucipta *et al.*, 2017).

Pendugaan Umur Simpan Metode Aslt

Penentuan Titik Kritis Garam Fortifikasi Kelor

Menurut Asiah *et al.*, (2018), dalam penentuan umur simpan suatu produk, terdapat beberapa kriteria yang digunakan untuk memilih parameter mutu, antara lain:

1. Melihat nilai koefisien korelasi (R^2) yang paling besar untuk menentukan parameter mutu yang paling cepat mengalami penurunan mutu selama proses penyimpanan berlangsung.
2. Melihat nilai energi aktivasi (E_a) yang paling rendah untuk menentukan parameter mutu yang paling sensitif terhadap perubahan suhu.
3. Apabila parameter yang masuk dalam kriteria melebihi 3 parameter, maka memilih parameter yang memiliki umur simpan paling pendek.

Sesuai ketentuan tersebut, nilai koefisien korelasi (R^2) yang terbesar atau mendekati 1 dapat dilihat pada masing-masing parameter baik ordo 0 maupun ordo 1 seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Nilai Koefisien Korelasi (R^2)

Parameter	Sampel	R^2
Warna Uji Organoleptik	AX	0,8333
	BX	0,1695
	AY	0,8647
	BY	0,6921
	AZ	0,0001
Tekstur Uji Organoleptik	BZ	0,6913
	AX	0,92910
	BX	0,79440
	AY	0,63233
	BY	0,83520
Kadar Air	AZ	0,92744
	BZ	0,77700
	AX	0,950
	BX	0,42492
	AY	0,68863
Kandungan NaCl	BY	0,41679
	AZ	0,65454
	BZ	0,47995
	AX	0,063
	BX	0,184
Kandungan Vitamin A (β -Karoten)	AY	0,036
	BY	0,079
	AZ	0,007
	BZ	0,159
	AX	0,931
	BX	0,899
	AY	0,929
	BY	0,839
	AZ	0,882
	BZ	0,922

Kandungan Vitamin C	AX	0,961
	BX	0,849
	AY	0,824
	BY	0,603
	AZ	0,768
	BZ	0,549
Uji Warna (b)	AX	0.796
	BX	0.959
	AY	0.783
	BY	0.895
	AZ	0.777
	BZ	0.880

Apabila nilai R^2 paling besar telah diperoleh, selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk mencari plot $1/T$ dengan $\ln K$ untuk masing-masing parameter yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai energi aktivasi. T merupakan suhu penyimpanan yang telah dikonversi dalam satuan Kelvin. Nilai K , nilai $\ln K$, dan nilai energi aktivasi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Nilai energi aktivasi (E_a) diperoleh dari nilai slope ($\ln K$) dari masing-masing parameter dikalikan dengan konstanta gas ($R = 1,986$ kal/mol). Selanjutnya memilih parameter yang memiliki nilai E_a paling kecil untuk digunakan menghitung atau menentukan nilai umur simpan garam fortifikasi kelor, sehingga diperoleh parameter kandungan vitamin C yang memiliki nilai E_a paling kecil.

Penentuan Umur Simpan

Parameter kandungan Vitamin C digunakan untuk menentukan umur simpan garam fortifikasi kelor menggunakan metode ASLT. Perhitungan umur simpan mengikuti persamaan reaksi ordo satu (Asiah *et al.*, 2018) sebagai berikut :

$$t = \frac{(\ln A_0 - \ln A)}{k}$$

Dimana:

- t : prediksi umur simpan (hari)
- A_0 : mutu awal
- A : mutu akhir setelah waktu penyimpanan
- k : konstanta penurunan mutu pada suhu penyimpanan T.

Hasil perhitungan umur simpan garam fortifikasi kelor dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Umur Simpan Garam Fortifikasi Kelor

Sampel	t (thn)	t (bln)	t (hari)
AX	1	1	14
BX	1	2	9
AY	1	2	24
BY	1	3	25
AZ	1	3	5
BZ	1	4	21

Berdasarkan hasil perhitungan umur simpan menggunakan metode ASLT diperoleh sampel yang memiliki umur simpan paling lama adalah garam fortifikasi kelor pada perlakuan kemasan botol plastik PET dengan suhu penyimpanan 60°C yaitu 1 tahun 4 bulan 21 hari. Sampel yang memiliki umur simpan paling singkat yaitu pada perlakuan kemasan aluminium foil dengan suhu penyimpanan 30°C yaitu selama 1 tahun 1 bulan 14 hari.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ritonga *et al.* (2018), menyebutkan hasil penelitiannya tentang umur simpan gula kelapa kristal yang disimpan dengan pada suhu 35°C RH 60% dan dikemas dengan plastik PE memiliki umur simpan 18 bulan, sedangkan yang dikemas menggunakan aluminium foil 11 bulan.

KESIMPULAN

Perbedaan suhu penyimpanan dan jenis kemasan berpengaruh nyata terhadap kualitas garam fortifikasi kelor. Suhu penyimpanan dan jenis kemasan berpengaruh nyata terhadap parameter warna uji organoleptik, vitamin A, dan vitamin C. Jenis kemasan juga berpengaruh nyata terhadap parameter kandungan NaCl dan uji warna (b).

Umur simpan garam fortifikasi kelor pada suhu penyimpanan 30°C dengan menggunakan kemasan botol plastik PET (14,30 bulan) dan kemasan aluminium foil (13,47 bulan).

Umur simpan garam fortifikasi kelor pada suhu penyimpanan 45°C dengan menggunakan kemasan botol plastik PET (15,86 bulan) dan kemasan aluminium foil (14,80 bulan).

Umur simpan garam fortifikasi kelor pada suhu penyimpanan 60°C dengan menggunakan kemasan botol plastik PET (16,71 bulan) dan kemasan aluminium foil (15,17 bulan).

Tabel 3 Nilai K, Nilai ln K, dan Nilai Energi Aktivasi (Ea)

Parameter	Sampel	K	ln K	Ea (kal/mol)
Warna Uji Organoleptik	AX	0,0128	-4,358	31938,85
	BX	0,0020	-6,215	13524,66
	AY	0,0095	-4,656	31938,85
	BY	0,0120	-4,423	13524,66
	AZ	0,0001	-9,210	31938,85
	BZ	0,0148	-4,213	13524,66
Tekstur Uji Organoleptik	AX	0,0028	-5,878	5648,18
	BX	0,0006	-7,419	5139,77
	AY	0,0014	-6,536	5648,18
	BY	0,0008	-7,131	5139,77
	AZ	0,0012	-6,717	5648,18
	BZ	0,0013	-6,645	5139,77
Kadar Air	AX	0,03900	-3,244	32757,08
	BX	0,00026	-8,255	1371,93
	AY	0,00034	-7,987	32757,08
	BY	0,00027	-8,217	1371,93
	AZ	0,00031	-8,079	32757,08
	BZ	0,00032	-8,047	1371,93
Kandungan NaCl	AX	0,0720	-2,631	36681,42
	BX	0,1400	-1,966	310,61
	AY	0,0780	-2,551	36681,42
	BY	0,1080	-2,226	310,61
	AZ	0,0002	-8,217	36681,42
	BZ	0,1480	-1,911	310,61
Kandungan Vitamin A (β -Karoten)	AX	0,060	-2,813	2270,87
	BX	0,083	-2,489	1423,30
	AY	0,080	-2,526	2270,87
	BY	0,085	-2,465	1423,30
	AZ	0,084	-2,477	2270,87
	BZ	0,103	-2,273	1423,30
Kandungan Vitamin C	AX	0,0260	-3,650	352,32
	BX	0,0282	-3,568	347,36
	AY	0,0270	-3,612	352,32
	BY	0,0262	-3,642	347,36
	AZ	0,0274	-3,597	352,32
	BZ	0,0267	-3,623	347,36
Uji Warna (b)	AX	0,252	-1,3785	1954,62
	BX	0,016	-4,1352	1391,99
	AY	0,285	-1,2553	1954,62
	BY	0,014	-4,2687	1391,99
	AZ	0,338	-1,0847	1954,62
	BZ	0,013	-4,3428	1391,99

DAFTAR PUSTAKA

Adi, T. R., Supangat, A., Sulistiyo, B., Muljo, B., Amarullah, H., Prihadi, T. H., ... Rustam, A. (2006). *Buku Panduan Pengembangan Usaha Terpadu Garam dan Artemia*. Jakarta: Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati. Badan Riset

Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.

AOAC. (1995). *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist* (16th ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.

- Asiah, N., Cempaka, L., & David, W. (2018). Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. In *Penerbitan Universitas Bakrie*.
- Astutik, A. D., Maflahah, I., & Rakhmawati. (2019). Analisis Preferensi Konsumen terhadap Garam Fortifikasi Kelor (Consumer Preference Analysis of Moringa Fortification Salt). *Jurnal Sosial Ekonomi Dan Kebijakan Pertanian*, 8(2), 117–127. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21107/a-griekonomika.v6i1.1895>
- Buckle, K. A., Edward, R. A., Fleet, G. H., & Wooton. (1987). *Ilmu Pangan (Food Science)*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Budhikarjono, K. (2007). Perbaikan Kualitas Minyak Sawit Sebagai Bahan Baku Sabun Melalui Proses Pemucatan Dengan Oksidasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 1 (2), 54–59.
- Day, R. A., & Underwood, A. L. (1996). *Analisis Kimia Kuantitatif* (5th ed.). Jakarta: Erlangga.
- Efendi, M. N. F. (2017). *Fortifikasi Garam Rakyat dengan Ekstraksi Senyawa Bioaktif Vitamin A Daun Kelor (Moringa oleifera Lamk) [Skripsi]*. Bangkalan.
- Mefriyanto, F. (2014). *Perubahan Kadar NaCl Garam Rakyat Selama Masa Penyimpanan didalam Gudang [Skripsi]*. Bangkalan.
- Permatasari, S. M., Helmiyati, S., & Iskandar, S. (2017). Stabilitas Kadar Iodium dalam Garam Fortifikasi Kalium Iodida (KI) menggunakan NaFeEDTA. *Darussalam Nutrition Journal*, 1 (1), 8–15.
- Rauf, R. (2015). *Kimia Pangan*. Yogyakarta: C.V ANDI Offset.
- Sucipta, I. N., Suriasih, K., & Pande Ketut Diah Kencana. (2017). *Pengemasan Pangan* (U. U. Press, ed.). Bali.
- Thariq, A., Swastawati, F., & Surti, T. (2014). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Garam Pada Peda Ikan Kembung (*Rastrelliger Neglectus*) Terhadap Kandungan Asam Glutamat Pemberi Rasa Gurih (Umami). *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3), 104–111.

AUTHOR GUIDELINES

Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

Title, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

Abstract, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

Keywords, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

Introduction, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

Material and methods, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

Result and discussion, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

Conclusions, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”

Acknowledgment, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

References, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probawati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.