



**Prodi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Udayana**

ISSN : 2503 – 488 X

**JURNAL
REKAYASA DAN MANAJEMEN
AGROINDUSTRI**

Volume 11 No 1 Tahun 2023



Penerbit:

**Prodi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Udayana**

SUSUNAN DEWAN REDAKSI
JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI

Pelindung : Prof.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya,M.App.Sc.,Ph.D.

Penanggung jawab : Dr. I Wayan Arnata, S.TP., M.Si.

Pemimpin Redaksi : Dr. I Gusti Ayu Lani Triani, S.TP., M.Si.

Dewan Redaksi :

Nyoman Semadi Antara (PS TIP Udayana University, Indonesia)

I Ketut Satriawan (PS TIP Udayana University, Indonesia)

Bambang Admadi H. (PS TIP Udayana University, Indonesia)

Luh Putu Wrasati (PS TIP Udayana University, Indonesia)

Redaksi Pelaksana :

Amna Hartiati (PS TIP Udayana University, Indonesia)

I Wayan Gede Sedana Yoga (PS TIP Udayana University, Indonesia)

Penelaah :

- 1 Nyoman Semadi Antara (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
- 2 G.P. Ganda Putra (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
- 3 I Ketut Satriawan (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
- 4 Bambang Admadi H. (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
- 5 I B. W. Gunam (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
- 6 Ni Made Wartini (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
- 7 A. A. P. Agung Suryawan Wiranatha (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana

- University, Indonesia)
- 8 Amna Hartiati (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 9 Lutfi Suhendra (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 10 Luh Putu Wrasiasi (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 11 A.A.M. Dewi Anggreni (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 12 I Gusti Ayu Lani Triani (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 13 I Wayan Arnata (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 14 I Wayan Gede Sedana Yoga (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 15 Ni Putu Suwariani (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 16 I Made Mahaputra Wijaya (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 17 Dewa Ayu Anom Yuarini (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 18 Cokorda Anom Bayu Sadyasmara (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
 - 19 Sri Hidayati (PS Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia)
 - 20 Dewi Sartika (PS Agribisnis, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia)
 - 21 Rita Khairina (PS Pengolahan Hasil Perikanan, Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia)
 - 22 Sony Suwasono (PS Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember, Indonesia)
 - 23 Tufik Djatna (PS Teknik Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Indonesia)
 - 24 Efri Mardawati (PS Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Indonesia)
 - 25 Suprihatin (PS Teknik Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Indonesia)
 - 26 Erryana Martati (PS Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Brawijaya, Indonesia)

- 27 I Wayan Nampa (Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana, Indonesia)
- 28 Iffan Maflahah (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Trunojoyo, Indonesia)
- 29 Narsih (Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri, Pontianak, Indonesia)
- 30 Indrastuti Erning (Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri, Pontianak, Indonesia)
- 31 Ma'ruf Pambudi Nurwantara (Jurusan Agroteknologi, Universitas Merdeka Madiun, Indonesia)
- 32 M. Amirul Ghiffari (Institut Teknologi Al Muhajirin, Purwakarta, Indonesia)
- 33 Widya Rahmawaty Saman (PS Teknologi Pangan, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia)
- 34 Eti Dewi Nopembereni (Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya, Indonesia)

REDAKSI JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI

Alamat :

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Gedung GA,

Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali

Telp/Fax 0361 701801

Email : jrma@unud.ac.id

Website: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip>

Contact Person

Dr. I Gusti Ayu Lani Triani, S.TP., M.Si.

HP: +628124698714

Email: lanitriani@unud.ac.id

Komang Giri Govardhana Sutha

HP: +628998786474

Email: girigovardhana21@gmail.com

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI

Daftar Isi

Vol. 11 No. 1 Maret 2023

ISSN : 2503-488X

1. Pengaruh Perbandingan Maltodekstrin dan Gum Arab Terhadap Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Pewarna Daun Singkong (*Manihot esculenta* C.)1-13
Tiara Noviyani, N. M. Wartini, B. A. Harsojuwono*
2. Sintesis Mikroemulsi Menggunakan Surfaktan dan Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Sebagai *Body Mist*14-24
Luluk Nurmalasari, Lutfi Suhendra, Bambang Admadi Harsojuwono*
3. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Pada Perlakuan Suhu dan Lama Penyimpanan.....25-34
Putri Cininta Giskha, G. P. Ganda Putra, Nyoman Semadi Antara*
4. Analisis Tingkat Kepuasan Konsumen Terhadap Kualitas Produk dan Layanan Pada Cafe Gumi Cookies.....35-46
Vudia Miranda, I. W. G. Sedana Yoga, Bambang Admadi Harsojuwono*
5. Karakteristik Ekstrak Pewarna Daun Singkong (*Manihot esculenta* C.) Pada Perlakuan Intensitas Cahaya Selama Penyimpanan.....47-56
Erina Novandri Elsa, Ni Made Wartini, Lutfi Suhendra*
6. Stabilitas Ekstrak Pewarna Daun Singkong (*Manihot esculenta* C.) Pada Perlakuan pH Awal dan Suhu Penyimpanan57-67
Sinta Anggraeni, Ni Made Wartini, Ni Putu Suwariani*
7. Analisis Kepuasan Konsumen Terhadap Kualitas Produk dan Layanan Pada Mie Gacoan Jimbaran Kabupaten Badung Bali68-79
Asma Wati, Agung Suryawan Wiranatha, Cokorda Anom Bayu Sadyasmara*
8. Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Roti di PT. Bapak Bakery80-91
I. A. P. Pradnyani Dewi, I. W. G. Sedana Yoga, Agung Suryawan Wiranatha*
9. Sintesis Mikroemulsi Menggunakan Surfaktan dan Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon (*Citrus limon*) Sebagai *Face Mist* 92-103
Tania Suciati, L. Suhendra, B. A. Harsojuwono*

CHARACTERISTICS OF CASSAVA LEAF COLORING EXTRACT (*Manihot esculenta* C.) ON LIGHT INTENSITY TREATMENT DURING STORAGE

KARAKTERISTIK EKSTRAK PEWARNA DAUN SINGKONG (*Manihot esculenta* C.) PADA PERLAKUAN INTENSITAS CAHAYA SELAMA PENYIMPANAN

Erina Novandri Elsa, Ni Made Wartini*, Lutfi Suhendra

Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos: 80361; Telp/Fax: (0361) 701801.

Diterima 15 Oktober 2022 / Disetujui 9 November 2022

ABSTRACT

The chlorophyll content of cassava leaf extract is sensitive to light, heat, oxygen, and chemical degradation. The aims of this study were (1) to determine the characteristics of the cassava leaf dye extract in the light intensity treatment during storage and (2) to determine the light intensity that could give the smallest decrease in the cassava leaf dye extract during storage. This study used a simple completely randomized design with light intensity treatment consisting of 5 levels, namely 1800 lumens, 2600 lumens, 3800 lumens, 4500 lumens, and 5200 lumens. Each treatment was carried out 3 times so that there were 15 experimental units. The results showed that the light intensity treatment had an effect on decreasing the levels of total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b, and antioxidant capacity of cassava leaf extract during storage. Light intensity 1800 lumen was the treatment that gave the smallest decrease in cassava leaf extract with a percentage change in total chlorophyll content of 28.10%, chlorophyll a 22.68%, chlorophyll b 31.44%, and antioxidant capacity 27.67% for 7 days of storage.

Keywords : *Cassava leaf extract, light intensity, chlorophyll, decrease*

ABSTRAK

Kadar klorofil ekstrak daun singkong memiliki sifat peka terhadap cahaya, panas, oksigen, dan degradasi kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui karakteristik ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan intensitas cahaya selama penyimpanan dan (2) menentukan intensitas cahaya yang dapat memberikan penurunan terkecil pada ekstrak pewarna daun singkong selama penyimpanan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap sederhana dengan perlakuan intensitas cahaya yang terdiri atas 5 taraf yaitu 1800 lumen, 2600 lumen, 3800 lumen, 4500 lumen, dan 5200 lumen. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali sehingga terdapat 15 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan intensitas cahaya berpengaruh terhadap penurunan kadar total klorofil, klorofil a, klorofil b, kapasitas antioksidan, nilai kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), dan kekuningan (b^*) ekstrak daun singkong selama penyimpanan. Intensitas cahaya 1800 lumen merupakan perlakuan yang memberikan penurunan terkecil pada ekstrak daun singkong dengan

* Korespondensi Penulis:
Email: md_wartini@unud.ac.id

persentase perubahan kadar total klorofil sebesar 28,10%, klorofil a sebesar 22,68%, klorofil b sebesar 31,44%, dan kapasitas antioksidan sebesar 27,67%, selama 7 hari penyimpanan.

Kata kunci : Ekstrak daun singkong, intensitas cahaya, klorofil, penurunan

PENDAHULUAN

Daun singkong merupakan bahan pangan yang murah, mudah ditanam, dan mudah didapat oleh masyarakat Indonesia. Daun singkong dapat dimanfaatkan sebagai obat antara lain untuk anti kanker, mencegah konstipasi dan anemia, serta meningkatkan daya tahan tubuh (Yuriyani, 2016). Pada penelitian Setiari dan Nurchayati (2009) kandungan klorofil total daun singkong sebesar 27,4467 mg/g dan merupakan tanaman dengan kandungan klorofil tertinggi diantara kemangi, kangkung, cincau, bayam, pegagan, singkong, dan papaya. Pada penelitian Sekali *et al.* (2020) kandungan klorofil pada ekstrak daun singkong sebesar 3,83%, sedangkan pada penelitian Hutabarat *et al.* (2021) sebesar 12,10%. Kandungan klorofil pada ekstrak daun singkong yang tinggi tersebut memiliki potensi sebagai pewarna hijau alami.

Klorofil juga merupakan senyawa yang tidak stabil dan sangat peka terhadap cahaya sehingga cukup sulit untuk menjaga agar molekulnya tetap utuh dengan warna hijau yang menarik (Ernaini *et al.*, 2012). Selain itu, klorofil juga peka terhadap panas, oksigen, dan degradasi kimia. Pada umumnya klorofil memiliki dua bentuk yaitu klorofil a dan klorofil b. Klorofil a memiliki sifat kurang polar dan berwarna biru hijau, sedangkan klorofil b memiliki sifat polar dan berwarna kuning hijau (Fitria *et al.*, 2018).

Cahaya akan sangat berpengaruh terhadap stabilitas klorofil, karena semakin tinggi intensitas cahaya akan cepat merusak klorofil sehingga mengalami penurunan. Beberapa penelitian mengenai stabilitas klorofil telah dilakukan, diantaranya penelitian dari Sayekti *et al.* (2017) mengenai pengaruh intensitas cahaya terhadap kandungan klorofil a dan b pada alga zooxanthellae. Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan yaitu intensitas cahaya sebesar 3800 lumen, 6250 lumen, 7980 lumen, dan 11800 lumen. Berdasarkan penelitian tersebut klorofil lebih stabil pada cahaya 3800 lumen dibandingkan intensitas cahaya lainnya. Pada penelitian Mahfudh *et al.* (2021) mengenai stabilitas ekstrak klorofil alga (*Caulerpa racemose*) pada suhu dan lama penyimpanan yang berbeda, ekstrak rumput laut yang disimpan dengan waktu yang lama akan mengalami banyak penurunan klorofil sehingga konsentrasinya terus berkurang atau mengalami penurunan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap penurunan klorofil pada ekstrak pewarna daun singkong selama penyimpanan dan menentukan intensitas cahaya yang dapat memberikan penurunan terkecil pada ekstrak pewarna daun singkong selama penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain, bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang digunakan yaitu daun singkong yang berumur 2,5-3 bulan dengan warna hijau tua pada batang ke 6-15 terhitung mulai dari pucuk daun yang diperoleh dari petani di desa petang, kabupaten tabanan. Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah aseton pro analysis (pa) (Ensure), CaCO₃ (Merck), aquades (Bratachem), asam galat (Sigma-aldrich), methanol (pa), dan kristal DPPH (Himedia).

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer uv-vis (Biochrome sn

133467), timbangan analitik (Shimadzu model aty224), *rotary evaporator* (Buchi rotavapor r-300 tipe v), *vortex mixer* (Branstead, maxi mix ii model no.m37610), oven, blender (Philip), kertas saring kasar, kertas saring Whatman no.1, tabung reaksi, pipet tetes, *food dehydrator* (Wirastar fdh-10), lampu LED (surya 1800 lumen, 2600 lumen, 3800 lumen, 4500 lumen, 5200 lumen), kertas kardus, pipet mikro, pipet volume, labu takar, labu pisah, spatula, gelas ukur, erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, termometer, corong pisah kaca, ayakan 80 mesh, aluminuin foil, botol kaca, gunting, pisau.

Pelaksanaan Penelitian

Daun singkong dipilih dengan warna yang seragam kemudian disortir dan dipotong kecil ± 2 cm. Kemudian dicuci agar kotoran dan benda asing yang menempel menghilang. Selanjutnya dilakukan blansir dalam air panas 100°C selama ± 1 menit, lalu dilakukan pengeringan. Pengeringan dilakukan dengan *food dehydrator* pada suhu $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hingga mudah dihancurkan. Setelah kering, daun singkong dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk, kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh, sehingga dihasilkan bubuk singkong yang seragam.

Daun singkong yang sudah dihancurkan menjadi bubuk ditimbang sebanyak 50 gram, kemudian ditambahkan pelarut aseton 85% sebanyak 250 ml (1:5) dan ditambahkan CaCO_3 0,1% dengan tujuan mempertahankan warna hijau pada proses maserasi dan mencegah terbentuknya senyawa turunan klorofil saat ekstrak berada dengan banyak asam organik. Proses ekstraksi pada suhu 55°C dilakukan selama 36 jam sambil diaduk secara manual setiap 6 jam selama 10 menit sehingga diperoleh ekstrak bercampur pelarut. Selanjutnya ekstrak disaring menggunakan kertas saring yang menghasilkan filtrat I dan ampas. Ampas kemudian ditambahkan aseton sebanyak 100 ml digojog secara manual, lalu disaring kembali menggunakan kertas saring sehingga didapat filtrat II. Selanjutnya filtrat I dan II dicampur dan disaring dengan menggunakan kertas Whatman no.1. Filtrat dari keduanya kemudian dievaporasi dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C dengan tekanan 100 mbar untuk menghilangkan pelarut yang terdapat dalam ekstrak sampai semua pelarut habis menguap dengan ditandai pelarut yang tidak menetes lagi. Ekstrak kental yang didapat dimasukkan ke dalam botol sampel.

Penyimpanan ekstrak daun singkong dilakukan dengan cara ekstrak ditimbang sebanyak 0,2 g untuk masing-masing perlakuan dalam botol kaca bening. Ekstrak yang sudah dimasukkan ke dalam botol kaca ditaruh pada sebuah box berukuran 40 x 30 x 30cm dan disinari cahaya lampu dengan memberi jarak 25 cm antara sampel dan lampu sesuai perlakuan yaitu intensitas cahaya 1800 lumen, 2600 lumen, 3800 lumen, 4500 lumen, dan 5200 lumen serta disimpan dan dicek selama satu minggu setiap harinya (hari ke-0, 1, 3, 5, dan 7).

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu kadar total klorofil (Nollet, 2004), dan kapasitas antioksidan (Blois, 1958).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klorofil Total

Ekstrak daun singkong pada hari ke-0 memiliki kadar total klorofil sebanyak 15,03 ppm. Pengamatan uji penurunan kadar klorofil total dari ekstrak daun singkong selama 7 hari penyimpanan menunjukkan bahwa semua perlakuan intensitas cahaya mengakibatkan penurunan pada kadar total klorofil. Nilai rata-rata kadar total klorofil selama penyimpanan dapat dilihat pada

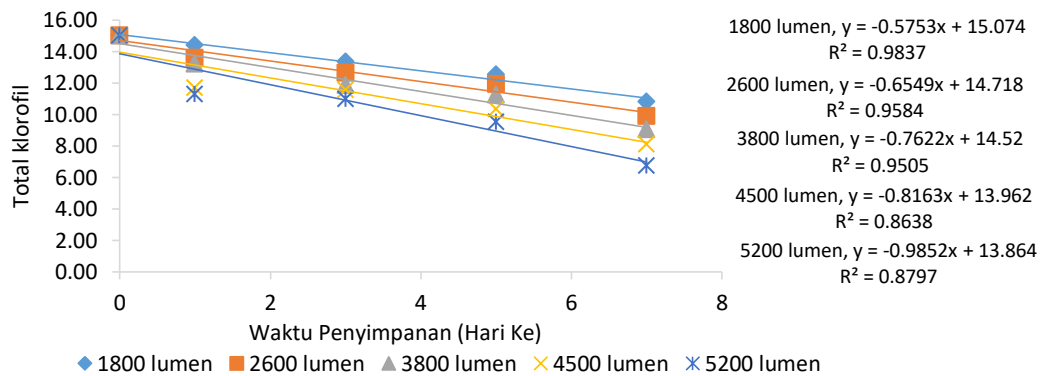
Tabel 1 dan grafik perubahan nilai rata-rata dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar total klorofil (ppm) ekstrak daun singkong selama 7 hari penyimpanan

Intensitas cahaya (Lumen)	Rata-rata kapasitas antioksidan \pm SD			
	Hari ke-1	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7
1800	14,42 \pm 0,02 ^a	13,36 \pm 0,04 ^a	12,53 \pm 0,04 ^d	10,80 \pm 0,05 ^a
2600	13,60 \pm 0,03 ^b	12,65 \pm 0,02 ^b	11,92 \pm 0,02 ^b	9,89 \pm 0,03 ^b
3800	13,23 \pm 0,05 ^c	11,85 \pm 0,34 ^c	11,24 \pm 0,06 ^c	9,03 \pm 0,07 ^c
4500	11,71 \pm 0,05 ^d	11,55 \pm 0,03 ^c	10,35 \pm 0,05 ^d	8,09 \pm 0,03 ^d
5200	11,27 \pm 0,04 ^e	10,97 \pm 0,04 ^d	9,53 \pm 0,02 ^e	6,74 \pm 0,04 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Data adalah hasil rata-rata tiga kali ulangan setiap perlakuan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) pada hari ke-1, 3, 5, dan 7 terhadap kadar total klorofil. Persentase penurunan kadar total klorofil terkecil diperoleh dari perlakuan 1800 lumen yaitu sebanyak 28,10% dan persentase penurunan kadar total klorofil tertinggi diperoleh dari perlakuan 5200 lumen yaitu 55,15%. Menurut Wahyuni *et al.* (2021) semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan maka penurunan kadar total klorofil akan semakin besar. Klorofil yang mengalami penurunan akan membentuk senyawa turunan yaitu, feofitin dan pirofeofitin yang berwarna coklat. Hal ini sesuai dengan sifat klorofil yang peka terhadap cahaya, dan temperatur tinggi.



Gambar 1. Grafik perubahan nilai rata-rata kadar total klorofil ekstrak daun singkong selama penyimpanan

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara waktu penyimpanan dengan kadar total klorofil, Perlakuan 1800 lumen menghasilkan kadar total klorofil tertinggi dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9837. Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyimpanan mempengaruhi 98,37% kadar total klorofil pada ekstrak daun singkong. Sebanyak 1,63% kadar total klorofil dipengaruhi faktor lain seperti panas, oksigen, dan degradasi kimia (Mulyasari, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa kadar total klorofil pada ekstrak daun singkong dipengaruhi oleh waktu penyimpanan,

Persamaan regresi pada perlakuan 1800 lumen memiliki koefisien persamaan tertinggi dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kadar total klorofil mengalami penurunan terendah pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada intensitas cahaya 5200 lumen memiliki koefisien persamaan terendah dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kadar total klorofil mengalami penurunan tertinggi

pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Turunnya kadar klorofil pada ekstrak pada penyimpanan ruang bercahaya meningkatnya aktivitas enzimatisnya, sehingga meningkat pula degradasi klorofil menjadi *pheophytin* (Putri *et al.*, 2021).

Klorofil a

Ekstrak daun singkong pada hari ke-0 memiliki kadar klorofil a sebanyak 5,74 ppm. Pengamatan uji penurunan kadar klorofil a dari ekstrak daun singkong selama 7 hari penyimpanan menunjukkan bahwa semua perlakuan intensitas cahaya mengakibatkan penurunan pada kadar klorofil a. Nilai rata-rata kadar klorofil a selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik perubahan nilai rata-rata dapat dilihat pada Gambar 2.

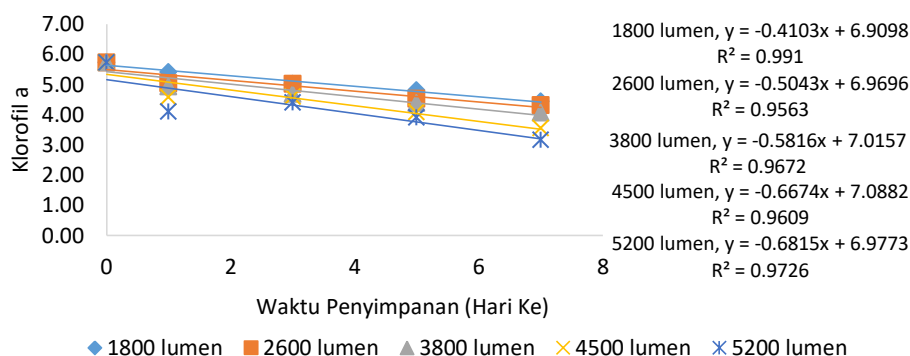
Tabel 2. Nilai rata-rata klorofil a (ppm) ekstrak daun singkong selama 7 hari penyimpanan

Intensitas cahaya (Lumen)	Rata-rata kapasitas antioksidan \pm SD			
	Hari ke-1	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7
1800	5.41 \pm 0.02 ^a	5.02 \pm 0.01 ^a	4.80 \pm 0.01 ^a	4.44 \pm 0.02 ^a
2600	5.03 \pm 0.01 ^b	5.02 \pm 0.02 ^a	4.53 \pm 0.02 ^b	4.31 \pm 0.02 ^b
3800	4.94 \pm 0.01 ^c	4.68 \pm 0.05 ^{ab}	4.38 \pm 0.02 ^c	4.07 \pm 0.02 ^c
4500	4.57 \pm 0.01 ^d	4.59 \pm 0.02 ^{ab}	4.08 \pm 0.02 ^d	3.55 \pm 0.03 ^d
5200	4.10 \pm 0.02 ^e	4.39 \pm 0.02 ^b	3.90 \pm 0.03 ^e	3.17 \pm 0.03 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Data adalah hasil rata-rata tiga kali ulangan setiap perlakuan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan intensitas cahaya berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada hari ke-3 dan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) pada hari ke-1, 5, dan 7 terhadap klorofil a. Kadar klorofil a pada ekstrak daun singkong pada masing-masing perlakuan mengalami penurunan setiap harinya. Persentase penurunan kadar klorofil a terendah diperoleh dari perlakuan 1800 lumen sebesar 22,68% sedangkan persentase penurunan kadar klorofil a tertinggi diperoleh dari perlakuan 5200 lumen sebesar 44,68%. Menurut Sayeksi *et al.* (2017) mengatakan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya yang diberikan maka penurunan kadar klorofil a semakin besar, karena klorofil a mudah berkurang pada kondisi cahaya yang intensif dan pada intensitas cahaya yang meningkat.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara waktu penyimpanan dengan kadar klorofil a. Perlakuan 1800 lumen menghasilkan kadar klorofil a terendah dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9910. Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyimpanan mempengaruhi 99,10% kadar klorofil a pada ekstrak daun singkong. Sebanyak 0,9% kadar klorofil a dipengaruhi oleh faktor lain seperti panas, oksigen, dan degradasi kimia (Mulyasari, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil a pada ekstrak daun singkong dipengaruhi oleh waktu penyimpanan.



Gambar 2. Grafik perubahan nilai rata-rata kadar klorofil a ekstrak daun singkong selama penyimpanan.

Persamaan regresi pada perlakuan 1800 lumen memiliki koefisien persamaan tertinggi dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil a mengalami penurunan terendah pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada intensitas cahaya 5200 lumen memiliki koefisien persamaan terendah dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil a mengalami penurunan tertinggi pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Klorofil b

Ekstrak daun singkong pada hari ke-0 memiliki kadar klorofil b sebanyak 9,30 ppm. Pengamatan uji penurunan kadar klorofil b dari ekstrak daun singkong selama 7 hari penyimpanan menunjukkan bahwa semua perlakuan intensitas cahaya mengakibatkan penurunan pada kadar klorofil b. Nilai rata-rata kadar klorofil b selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik perubahan nilai rata-rata dapat dilihat pada Gambar 3.

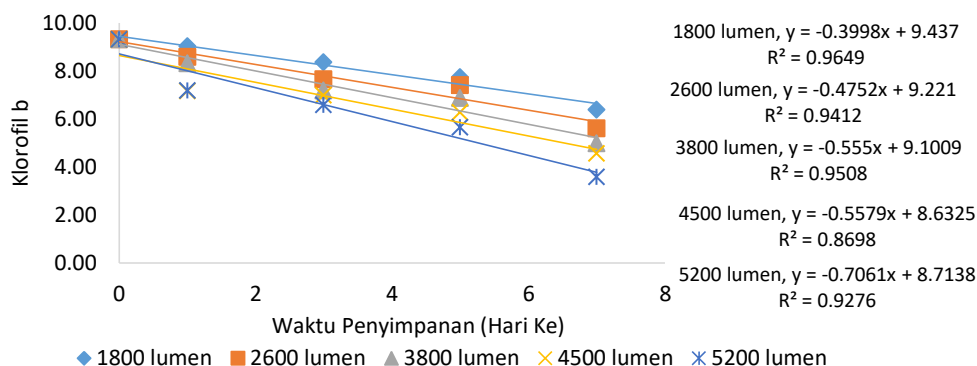
Tabel 3. Nilai rata-rata kadar klorofil b (ppm) ekstrak daun singkong selama 7 hari penyimpanan

Intensitas cahaya (Lumen)	Rata-rata kapasitas antioksidan \pm SD			
	Hari ke-1	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7
1800	9,02 \pm 0,04 ^a	8,35 \pm 0,03 ^a	7,74 \pm 0,04 ^a	6,38 \pm 0,05 ^a
2600	8,57 \pm 0,02 ^b	7,63 \pm 0,03 ^b	7,40 \pm 0,03 ^b	5,59 \pm 0,04 ^b
3800	8,30 \pm 0,04 ^c	7,18 \pm 0,16 ^c	6,87 \pm 0,04 ^c	4,97 \pm 0,05 ^c
4500	7,14 \pm 0,04 ^d	6,97 \pm 0,04 ^d	6,27 \pm 0,04 ^d	4,55 \pm 0,06 ^d
5200	7,18 \pm 0,03 ^d	6,58 \pm 0,02 ^e	5,64 \pm 0,06 ^e	3,57 \pm 0,04 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Data adalah hasil rata-rata tiga kali ulangan setiap perlakuan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) pada hari ke-1, 3, 5, dan 7 terhadap kadar klorofil b. Kadar klorofil b pada ekstrak daun singkong di masing-masing perlakuan mengalami penurunan setiap harinya yang ditandai dengan memudarnya warna hijau kehitaman pada ekstrak. Persentase penurunan kadar klorofil b terkecil diperoleh dari perlakuan 1800 lumen yaitu sebanyak 31,44% dan persentase penurunan kadar klorofil b tertinggi diperoleh dari perlakuan 5200 lumen yaitu 61,61%. Menurut Macintyre dan Kana (2002) menyatakan bahwa pada intensitas cahaya yang tinggi dan terlalu rendah akan

menyebabkan konsentrasi klorofil b mengalami penurunan, serta penelitian Arrohmah (2007) juga menyatakan bahwa tingginya penurunan kandungan klorofil b disebabkan tidak tahan terhadap cahaya dan suhu yang tinggi, klorofil bersifat labil terhadap pengaruh cahaya, suhu, dan oksigen sehingga mudah terdegradasi menjadi molekul-molekul turunannya.



Gambar 3. Grafik perubahan nilai rata-rata kadar klorofil b ekstrak daun singkong selama penyimpanan

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara waktu penyimpanan dengan kadar klorofil b. Perlakuan 1800 lumen menghasilkan kadar klorofil b tertinggi dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9649. Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyimpanan mempengaruhi 96,49% kadar klorofil b pada ekstrak daun singkong. Sebanyak 3,51% kadar klorofil b dipengaruhi oleh faktor lain seperti panas, oksigen, dan degradasi kimia (Mulyasari, 2016), Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil b pada ekstrak daun singkong dipengaruhi oleh waktu penyimpanan,

Persamaan regresi pada perlakuan 1800 lumen memiliki koefisien persamaan tertinggi dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil b mengalami penurunan terendah pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya, Pada intensitas cahaya 5200 lumen memiliki koefisien persamaan terendah dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil b mengalami penurunan tertinggi pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kapasitas Antoksidan

Kapasitas antioksidan pada ekstrak daun singkong pada hari ke-0 yaitu sebesar 361,56 mg/100g. Uji penurunan ekstrak daun singkong menggunakan perlakuan intensitas cahaya menunjukkan adanya penurunan kapasitas antioksidan selama 7 hari penyimpanan. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4 dan grafik perubahan nilai rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) pada hari ke-1, 3, 5 dan 7 terhadap kapasitas antioksidan. Perlakuan intensitas cahaya 1800 lumen menghasilkan rata-rata kapasitas antioksidan tertinggi pada setiap hari penyimpanan dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kapasitas antioksidan pada ekstrak daun singkong pada masing-masing perlakuan mengalami penurunan setiap harinya. Persentase penurunan kapasitas antioksidan terendah dari perlakuan 1800 lumen sebesar 27,67% sedangkan persentase penurunan kapasitas antioksidan tertinggi diperoleh dari perlakuan 5200 lumen sebesar 53,55%.

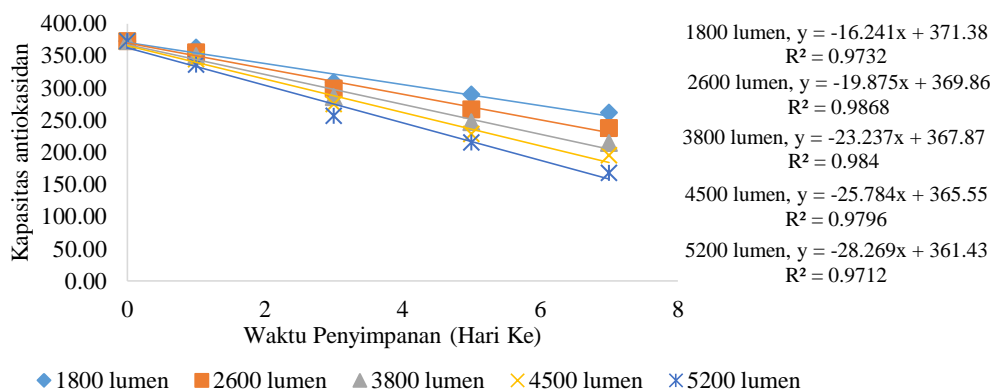
Hal ini sejalan dengan penelitian Wikanta *et al.* (2009) mengatakan bahwa penyebab terjadinya penurunan aktivitas antioksidan diduga terdapat zat pengotor berupa komponen lain dalam pigmen yang menghambat kinerja antioksidan misal garam, mineral, atau nutrisi lainnya.

Tabel 4. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/100g) ekstrak daun singkong selama 7 hari penyimpanan

Intensitas cahaya (Lumen)	Rata-rata kapasitas antioksidan \pm SD			
	Hari ke-1	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7
1800	362,23 \pm 0,67 ^a	308,31 \pm 0,39 ^a	289,15 \pm 0,77 ^a	261,52 \pm 0,39 ^a
2600	354,88 \pm 0,67 ^b	298,73 \pm 0,67 ^b	266,42 \pm 0,39 ^b	237,01 \pm 0,77 ^b
3800	348,86 \pm 0,67 ^c	285,58 \pm 0,77 ^c	246,37 \pm 0,77 ^c	213,84 \pm 0,67 ^c
4500	343,96 \pm 0,39 ^d	274,44 \pm 0,77 ^d	228,54 \pm 0,67 ^d	195,12 \pm 0,67 ^d
5200	335,71 \pm 0,77 ^e	255,94 \pm 0,67 ^e	214,51 \pm 0,67 ^e	167,94 \pm 0,39 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan pada masing-masing perlakuan.

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara waktu penyimpanan dengan kapasitas antioksidan. Perlakuan 1800 lumen menghasilkan kapasitas antioksidan tertinggi dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9732. Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyimpanan mempengaruhi 97,32% kapasitas antioksidan pada ekstrak daun singkong. Sebanyak 2,68% kapasitas antioksidan dipengaruhi oleh faktor lain seperti panas, oksigen, dan degradasi kimia (Mulyasari, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan pada ekstrak daun singkong dipengaruhi oleh waktu penyimpanan.



Gambar 4. Grafik perubahan nilai rata-rata kapasitas antioksidan ekstrak daun singkong selama penyimpanan

Persamaan regresi pada perlakuan 1800 lumen memiliki koefisien persamaan tertinggi dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan mengalami penurunan terendah pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada intensitas cahaya 5200 lumen memiliki koefisien persamaan terendah dibandingkan dengan persamaan pada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan mengalami penurunan tertinggi pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan intensitas cahaya yang paling besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlakuan intensitas cahaya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar klorofil total, klorofil a, klorofil b, dan kapasitas antioksidan ekstrak daun singkong.
2. Perlakuan intensitas cahaya 1800 lumen merupakan perlakuan yang dapat memberikan penurunan terkecil pada ekstrak daun singkong selama penyimpanan dengan persentase perubahan kadar klorofil total terkecil sebesar 28,10%, klorofil a sebesar 22,68%, klorofil b sebesar 31,44%, dan kapasitas antioksidan sebesar 27,67% selama 7 hari penyimpanan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Ekstrak daun singkong sebaiknya disimpan dalam botol gelap dengan maksimal penyinaran outdoor setara dengan cahaya matahari mendung.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi ekstrak daun singkong pada produk tanpa terpapar cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisy, G. A. R. 2018. Analisa Kandungan Klorofil Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L) Terhadap Variasi Waktu Ekstraksi Dengan Menggunakan Ekstraktor Hidrotermali. Doctoral dissertation. Tidak dipublikasikan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Arrohmah. 2007. Studi Karakteristik Klorofil Pada Daun Bayam Sebagai Material Photodetector Organic. Skripsi. Tidak dipublikasikan. FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Asis, S. A., Rosmiaty, dan Kurniati. 2021. Analisis Hasil Jadi Pewarnaan Alami Daun Singkong Dan Daun Bayam Terhadap Proses Ekstraksi Panas Dan Ekstraksi Dingin. Doctoral dissertation. Tidak dipublikasikan Universitas Negeri Makassar. Makassar.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant Determinations By The Use Of A Stable Free Radical. *Nature*. 181(4617): 1199-1200.
- Bora, D. J., Gupta. A. K., dan Khan. F. A. 2015. Comparing The Performance Of L*A*B* And HSV Color Spaces With Respect To Color Image Segmentation. 5(2): 192–203.
- Dewi, N. D. T., Wrsiati, L. P., dan Ganda Putra, G. P. 2016. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol Dan Suhu Maserasi Terhadap Rendemen Dan Kadar Klorofil Produk Enkapsulasi Ekstrak Selada Laut (*Ulva lactuca* L). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 4(3): 59–70.
- Ernaini, Y., Agus, A., dan Rinto. 2012. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Klorofil Dan Senyawa Fitokimia Daun Kiambang (*Salvinia molesta* Mitchell) Dari Perairan Rawa Unsri. *Jurnal Fishtech*. 1(1): 1-13.
- Fitria, E. A. 2018. Stabilitas Ekstrak Klorofil Berbagai Jenis Daun Tanaman Sebagai Pewarna Label Indikator. *Unes Journal Of Agricultural Scienties*. 2(2): 114-124.
- Groos, J. 1991. *Pigments In Vegetable, Chlorophylls And Carotenoids*. Van Nostrand Reinhold, New York
- Hutabarat, R. L. P., Wartini, N. M., dan Antara N. S. 2021. Karakteristik Ekstrak Pewarna Alami Daun Singkong (*Manihot esculenta*) Pada Perlakuan Jenis Pelarut Dan Suhu Maserasi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 9(1): 53-64.

- Mahfudh, I., Santosa, G. W., dan Pramesti, R. 2021. Stabilitas Ekstrak Kasar Klorofil-a Dan b Rumpun Laut *Caulerpa racemosa* Pada Suhu Dan Lama Penyimpanan Yang Berbeda. *Journal Of Marine Research*. 10(2): 184-189.
- Macintyre, H. L., Kana, T., Anning, T., Geider, R. J. 2002. Photoacclimation Of Photosynthesis Irradiance Response Curves And Photosynthetic Pigments In Microalgae And Cyanobacteria. *J. Phycol.* 3(8), 17-38.
- Mulyasari, M. 2016. Ekstraksi Klorofilid Dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia*) Dan Aplikasi Sebagai Fotosensitizer Dalam Fotoreduksi Ion Fe(III). Skripsi. Tidak dipublikasikan. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Nollet, L.M.L. 2004. Handbook Of Food Analysis. Physical Characterzati-Ion And Nutrient Analysis. Marcel Dekker Incorporation, New York.
- Pangesti, D. R. H. 2018. Identifikasi Pigmen Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Naga. Skripsi (S1). Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Parnawan, G. A. M. A., Wartini, N. M., dan Hartiati, A. 2021. Stabilitas Ekstrak Pewarna Alami Bunga Kenop (*Gomphrena globosa* L) Selama Penyimpanan Pada Perlakuan Intensitas Cahaya. *Jurnal Rekaya Manajemen dan Agroindustri*. 9(4): 469–475.
- Putri, W.D.R., Zubaidah, E., Sholahudin. 2012. Ekstraksi Pewarna Alami Daun Suji, Kajian Pengaruh Blanching Dan Jenis Bahan Pengekstrak. *J.Tek.Pert.* 4(1): 13-24.
- Rengku, P. M., Ridhay, A., dan Prismawiryanti. 2017. Ekstraksi Dan Uji Stabilitas Betasianin Dalam Ekstrak Buah Kaktus (*Opuntia elatior* Mill). *Jurnal Kovalen*. 3(2): 142-149.
- Satriyanto, B., Widjanarko, S. B., dan Yunianta. 2012. Stabilitas Warna Ekstrak Buah Merah (*Pandanus conoideus*) Terhadap Pemanasan Sebagai Sumber Potensial Pigmen Alami. *J. Teknol Pertanian*. 13(3):157- 168.
- Sekali, E. E. K., Wartini, N. M dan Suhendra, L. 2020. Karakteristik Ekstrak Aseton Pewarna Alami Daun Singkong (*Manihot esculenta* C) Pada Perlakuan Ukuran Partikel Bahan Dan Lama Maserasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*. 5(2): 49–58.
- Setiari, N dan Nurchayati, Y. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil Pada Beberapa Sayuran Hijau Sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Supplement. *Jurnal Bioma*. 11(1):6-10.
- Solikhah, R., Purwantoyo, E., dan Rudyatmi, E. 2019. Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Klorofil Kultivar Singkong Di Daerah Wonosobo. *Life Science*. 8(1): 86-95
- Wahyuni, Y. A. T., Puspawati, G. A. K. D., dan Putra, I. N. K. 2021. Pengaruh Jenis Pelarut Pada Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) Terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 10(4): 566-578.
- Wikanta, T., Januar, H. D., dan Nursed, M. 2005. Uji Aktivitas Antioksidan, Toksisitas Dan Sitoksisitas Ekstrak Alga Merah *Rhodymenia Palmate*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11(4), 41-49.
- Weaver, C. 1996. *The Food Chemistry Laboratory*. CRC Press, Boca Roton.
- Yuriyani, D. 2016. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Pati Terhadap Karakteristik Nori Cassava Leaves. Doctoral Dissertation. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknik Unpas. Bandung

10. Pengembangan Sistem Informasi Database Koperasi dan Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) (SIDAKU) Sebagai Sarana Integrasi Data Menuju UMKM Tangguh Kota Batu 104-112
Siti Asmaul Mustaniroh, Arif Hidayat, Nimas Mayang Sabrina Sunyoto , Vindhya Tri Widayanti, Nadya Prabaningtias, Rini Yulianingsih, Jaya Mahar Maligan, Bayu Rahayudi*

11. Pengaruh Rasio VCO Wortel (*Daucus carota* L.) dan Lemak Kakao (*Theobroma cacao* L.) Serta Lama Pengadukan Terhadap Karakteristik Sediaan Krim 113-125
Adhe Sri Nanda Puspita, Luh Putu Wrasiasi, A.A. Made Dewi Anggreni*

12. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Tomat di Kelurahan Kawangu Kecamatan Pandawai Kabupaten Sumba Timur..... 126-132
*Junaedin Wadu**

13. Studi Pendahuluan Pengembangan *Agrotechnopreneurship* Potensial di Kabupaten Jember 133-146
Yuli Wibowo, Herlina, Siswoyo Soekarno, Andi Eko Wiyono, Ajeng Afriska Lailatul Fajriyah, Eva Yulia Windiari*

14. Karakteristik Minyak Jagung Varietas Lokal Madura..... 147-157
Cahyo Indarto, Iffan Maflahah, Muhammad Fakhry dan Sugiharto*

15. Strategi Peningkatan Kualitas Roti Tawar di PT. Indoroti Prima Cemerlang Cabang Bali..... 158-171
G. Tesalonika Sianturi, I Ketut Satriawan, D.A Anom Yuarini*