

***EFFECT OF COMPARISON OF MALTODEXTRIN AND GUM ARABIC ON THE CHARACTERISTICS OF CASSAVA LEAF (*Manihot esculenta* C.) ENCAPSULATE COLORANT EXTRACT***

**PENGARUH PERBANDINGAN MALTODEKSTRIN DAN GUM ARAB TERHADAP KARAKTERISTIK ENKAPSULAT EKSTRAK PEWARNA DAUN SINGKONG (*Manihot esculenta* C.)**

**Tiara Noviyani, N. M. Wartini<sup>\*</sup>, B. A. Harsojuwono**

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

Diterima 19 Agustus 2022 / Disetujui 14 September 2022

**ABSTRACT**

*Cassava leaves can be used as natural dyes because they contain chlorophyll. Chlorophyll compounds can be obtained by extraction and further processed into encapsulated powder. The aims of this study were to evaluate the effect of the comparison of maltodextrin and gum arabic encapsulants on the characteristics of the encapsulated extract of cassava leaf dye (*Manihot esculenta* C.) and to determine the best ratio of maltodextrin and arabic gum encapsulants to obtain cassava leaf dye extract encapsulates (*Manihot esculenta* C.). This study used a randomized block design with a ratio treatment of maltodextrin and gum arabic with consisted of 9 levels, namely 3:1, 2:1, 3:2, 1:0.75, 3:2.5, 1:1, 2:3, 1:2, and 1:3. The results showed that the rasio of maltodextrin and gum arabic had an effect on yield, water content, solubility, brightness level ( $L^*$ ), redness level ( $a^*$ ), yellowness level ( $b^*$ ), total chlorophyll content, chlorophyll a content, encapsulation efficiency but had no effect on chlorophyll b content. The best treatment in producing encapsulated cassava leaf dye extract was the ratio of maltodextrin and gum arabic 1:3 with yield characteristics of 79,76%, water content of 9,20%, solubility of 38,13%, brightness level ( $L^*$ ) of 41,75, redness level ( $a^*$ ) of 2,85, yellowness level ( $b^*$ ) of 14,79, total chlorophyll content of 10,58 ppm, chlorophyll a content of 4,39 ppm, chlorophyll b content of 6,19 ppm and encapsulation efficiency of 69,92 %.*

**Keywords :** Chlorophyll, encapsulation, gum arabic, maltodextrin, *Manihot esculenta* C.

**ABSTRAK**

Daun singkong dapat dijadikan sebagai pewarna alami karena mengandung klorofil. Senyawa klorofil dapat diperoleh dengan cara ekstraksi dan diproses lebih lanjut menjadi bubuk enkapsulasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong (*Manihot esculenta* C.) dan untuk menentukan perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab yang tepat agar mendapatkan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong (*Manihot esculenta* C.) dengan karakteristik terbaik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan perlakuan perbandingan maltodekstrin dan gum arab yang terdiri dari 9 taraf yaitu (3:1), (2:1), (3:2), (1:0,75), (3:2,5), (1:1),

---

<sup>\*</sup> Korespondensi Penulis:  
Email: [md\\_wartini@unud.ac.id](mailto:md_wartini@unud.ac.id)

(2:3), (1:2), dan (1:3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, kadar air, kelarutan, tingkat kecerahan (L), tingkat kemerahan ( $a^*$ ), tingkat kekuningan ( $b^*$ ), kadar klorofil total, kadar klorofil a, efisiensi enkapsulasi namun tidak berpengaruh terhadap kadar klorofil b. Perlakuan terbaik dalam menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong adalah pada perbandingan maltodekstrin dan gum arab (1:3) dengan karakteristik rendemen 79,76%, kadar air 9,20%, kelarutan 38,13%, tingkat kecerahan ( $L^*$ ) 41,75, tingkat kemerahan ( $a^*$ ) 2,85, tingkat kekuningan ( $b^*$ ) 14,79, kadar klorofil total 10,58 ppm, kadar klorofil a 4,39 ppm, kadar klorofil b 6,19 ppm dan efisiensi enkapsulasi 69,92%.

Abstrak Bahasa

**Kata kunci :** Klorofil, enkapsulasi, gum arab, maltodekstrin, *Manihot esculenta C.*

## PENDAHULUAN

Singkong merupakan salah satu umbi-umbian yang terkenal di Indonesia. Luas tanam singkong di Provinsi Bali pada tahun 2020 mencapai 9.268 Ha (Distan Pangan Bali, 2021). Pemanfaatan singkong tidak hanya terbatas pada umbinya saja, melainkan batangnya yang dapat dijadikan bibit untuk ditanam kembali dan biasanya daunnya hanya dimanfaatkan sebagai sayur dan pakan ternak. Daun singkong mengandung klorofil yang dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Setiari & Nurchayati (2009), bahwa daun singkong termasuk kedalam sayuran hijau dengan kandungan klorofil yang tinggi yaitu sebesar 27,4467 mg/g.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 033 Tahun 2012 menyebutkan bahwa pewarna pada bahan tambahan pangan (BTP) terdiri dari pewarna alami dan pewarna sintetis. Penggunaan pewarna sintetis yang diizinkan untuk makanan dan minuman seperti Amarant, Allura, Fast Green FCF, Tartazine ataupun Sunset Yellow dalam jumlah kecil namun berulang, dalam jangka waktu yang lama, serta secara berlebihan dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan seperti menimbulkan tumor, kanker limfa, reaksi alergi serta dapat menyebabkan hiperaktif pada anak (Yuliarti, 2007). Pewarna alami dari ekstrak daun singkong juga memiliki kelebihan yaitu memiliki kandungan antioksidan yang baik bagi kesehatan. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Siregar *et al.* (2022) bahwa penambahan ekstrak daun singkong sebagai substitusi pewarna alami pada pembuatan camilan telur gabus ikan kembung memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC50 sebesar 103,04 ppm dibandingkan dengan telur gabus ikan kembung tanpa penambahan ekstrak daun singkong sebesar 151,29 ppm. Maka dari itu penggunaan pewarna alami seperti dari ekstrak daun singkong lebih disarankan khususnya bagi industri makanan dan minuman.

Hasil akhir dari proses ekstraksi maserasi adalah ekstrak kental yang memiliki kelemahan umur sim-pannya yang pendek. Selain itu klorofil merupakan senyawa yang tidak stabil dan sangat peka terhadap cahaya (Hutajulu *et al.*, 2008), serta klorofil sangat mudah mengalami proses degradasi menjadi warna hijau muda atau hijau kecoklatan (Comunian *et al.*, 2011). Sehingga perlu perlakuan lebih lanjut untuk mempertahankan mutunya yaitu dengan enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan metode pembungkusan (*coating*) senyawa aktif atau bahan inti dengan suatu bahan penyalut atau enkapsulan tertentu guna mem-pertahankan sifat fisik, kimia, dan biologisnya.

Faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi enkapsulasi didasarkan pada sifat bahan inti dan jenis enkapsulan yang digunakan. Untuk mendapatkan produk enkapsulasi (enkapsulat) yang ideal, enkapsulan harus memiliki karakteristik seperti dapat melindungi bahan inti; membentuk lapisan film yang lentur, tidak berasa dan stabil; inert terhadap bahan aktif; tidak higroskopis, tidak

memiliki viskositas tinggi, ekonomis; serta larut dalam media pelarut (Ashihari, 2013). Jenis enkapsulan yang digunakan pada penelitian adalah maltodekstrin dan gum arab.

Maltodekstrin digunakan pada proses enkapsulasi karena mudah ditemukan, mempunyai sifat kelarutan yang tinggi, memberikan daya tahan terhadap oksidasi, dispersi cepat dan mudah larut dalam air dingin (Ningsih *et al.*, 2018; Safithri *et al.*, 2020). Akan tetapi maltodekstrin memiliki kelemahan, yaitu sifat emulsi yang kurang baik sehingga perlu dikombinasikan dengan enkapsulan lain seperti gum arab. Menurut penelitian (Marpaung *et al.*, 2009), mikroenkapsulasi daun duku kumpeh menggunakan bahan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab menunjukkan hasil terbaik pada perbandingan konsentrasi maltodekstrin dan gum arab 40:60. Menurut penelitian (Rakasiwi *et al.*, 2014), mikrokapsul berbahan inti sitronelal menggunakan bahan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab menunjukkan hasil terbaik pada perbandingan 3:2. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dan untuk menentukan perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab terbaik dalam menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun singkong (*Manihot esculenta*) yang diperoleh di Desa Petang, Kecamatan Petang, Kabupaten Tabanan berumur  $\pm 3$  bulan dengan kriteria berwarna hijau tua dan diambil daun ke 7 sampai 15 dari pucuk. Bahan kimia yang digunakan adalah akuades, aseton pro analysis (PA) (Emsure),  $\text{CaCO}_3$  (Merck), serta bahan enkapsulan maltodekstrin (Nilai DE 12-15) dan gum arab (CV. Nurra Gemilang). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri rotary evaporator (IKA\* RV 10 digital), dehydrator, oven pengering (BLUE M), vortex (Barnstead Thermolyne), ayakan 80 mesh, ayakan 40 mesh, kertas saring kasar, kertas Whatman No 1, kertas baking, homogenizer (BRANSON), blender (Philips), timbangan analitik (SHIMADZU AY220), spektrofotometer (Biochrom), color reader (PCE-CSM 1), cawan petri, kertas label, pisau, gelas beker, gelas ukur, aluminium foil, labu erlenmeyer.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan perbandingan maltodekstrin (M) dan gum arab (G) yang terdiri dari 9 taraf. Rancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan penelitian

No.	Kode	Perbandingan Maltodekstrin dan Gum Arab	Perbandingan Berat Maltodekstrin dan Gum Arab (g)
1.	MG1	3 : 1	3,75 : 1,25
2.	MG2	2 : 1	3,3 : 1,7
3.	MG3	3 : 2	3 : 2
4.	MG4	1 : 0,75	2,9 : 2,1
5.	MG5	3 : 2,5	2,7 : 2,3
6.	MG6	1 : 1	2,5 : 2,5
7.	MG7	2 : 3	2 : 3
8.	MG8	1 : 2	1,7 : 3,3
9.	MG9	1 : 3	1,25 : 3,75

Masing-masing taraf dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu pengerjaannya, sehingga

diperoleh 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf  $\alpha=5\%$ . Seluruh analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Perlakuan terbaik enkapsulasi perbandingan maltodekstrin dan gum arab ditentukan dengan menggunakan uji indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984).

### **Pelaksanaan Penelitian**

Proses persiapan bahan dimulai dengan pembuatan bubuk daun singkong. Daun singkong dengan warna seragam dipotong melintang selebar 2 cm dan dicuci. Selanjutnya dilakukan blansir dalam air panas  $100^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 1$  menit lalu dikeringkan menggunakan dehydrator dengan suhu  $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$  sampai mudah dihancurkan (kadar air bubuk daun singkong 7,85%). Selanjutnya daun singkong yang sudah kering dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh (Sekali *et al.*, 2020).

Proses ekstraksi daun singkong menggunakan metode maserasi serta penambahan  $\text{CaCO}_3$  0,1%. Bubuk daun singkong ditimbang sebanyak 25 gram kemudian ditambahkan  $\text{CaCO}_3$  sebanyak 0,1% (0,25 gram) dan pelarut aseton 85% sebanyak 125 mL (1:5). Selanjutnya dimaserasi di dalam inkubator dengan suhu  $55^{\circ}\text{C}$  selama 36 jam sambil dilakukan pengadukan secara manual setiap 6 jam selama 10 menit. Pelarut yang mengandung ekstrak kemudian disaring menggunakan kertas saring sehingga menghasilkan filtrat I dan ampas. Selanjutnya ampas ditambahkan pelarut sebanyak 25 mL lalu digojog dan disaring menggunakan kertas saring sehingga menghasilkan filtrat II. Filtrat I dan II dicampur dan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1. Filtrat dari keduanya kemudian dievaporasi dengan rotary evaporator pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 100 mBar (Hutabarat *et al.*, 2021; Sekali *et al.*, 2020). Ekstrak kental kemudian dimasukkan ke dalam wadah kaca gelap dan disimpan dalam refrigerator pada suhu  $5^{\circ}\text{C}$ .

Proses enkapsulasi dimulai dengan membuat larutan enkapsulasi. Larutan enkapsulasi dibuat sebanyak 50 mL dengan menimbang maltodekstrin dan gum arab sebanyak 10% dari volume larutan (5 gram) dengan komposisi sesuai perlakuan kemudian ditambahkan akuades sampai 50 mL. Selanjutnya dimasukkan ekstrak daun singkong sebanyak 1% dari larutan enkapsulan (0,5 gram) dan di homogenisasi dengan homogenezer selama 30 menit. Larutan enkapsulasi dituang ke cawan petri yang sudah dialasi kertas baking dengan ketebalan 3 mm dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$  hingga mudah dilepaskan dari cawan petri (sekitar 13 jam). Kemudian enkapsulat dihancurkan menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh (Yogaswara *et al.*, 2017).

### **Variabel yang Diamati**

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah rendemen (Sudarmadji *et al.*, 1989), kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1989), kelarutan (AOAC, 1984), intensitas warna sistem  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (Weaver, 1996), klorofil total (Nollet, 2004), dan efisiensi enkapsulasi (Umawiranda dan Cahyaningrum, 2014).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Rendemen**

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap rendemen enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata rendemen enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata rendemen enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan MG1 sebesar  $84,09 \pm 0,45\%$ , berbeda tidak nyata dengan MG2 dan MG3 yaitu sebesar  $83,83 \pm 0,34\%$  dan  $83,41 \pm 0,28\%$ , sedangkan rendemen terendah diperoleh pada perlakuan MG9 sebesar  $79,76 \pm 0,17\%$ . Terjadi penurunan persentase rendemen dengan semakin rendah konsentrasi maltodekstrin atau semakin tinggi konsentrasi gum arab. Hal ini berkaitan dengan total padatan yang dihasilkan. Penggunaan maltodekstrin dapat berfungsi sebagai penambah massa (Yuliaty & Susanto, 2015). Apabila total padatan yang dihasilkan semakin tinggi maka nilai rendemen juga akan semakin tinggi. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian (Fridayana *et al.*, 2018) tentang enkapsulasi ekstrak selada laut dengan nilai rendemen tertinggi sebesar 11,22% pada perbandingan enkapsulan gelatin dan maltodekstrin 1:4.

Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen (%) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan enkapsulan.

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Rendemen (%)
MG1 (3 : 1)	$84,09 \pm 0,45$ a
MG2 (2 : 1)	$83,83 \pm 0,34$ ab
MG3 (3 : 2)	$83,41 \pm 0,28$ abc
MG4 (1 : 0,75)	$83,25 \pm 0,34$ bcd
MG5 (3 : 2,5)	$82,75 \pm 0,16$ cd
MG6 (1 : 1)	$82,03 \pm 0,03$ de
MG7 (2 : 3)	$81,23 \pm 0,11$ ef
MG8 (1 : 2)	$80,85 \pm 0,53$ f
MG9 (1 : 3)	$79,76 \pm 0,17$ g

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$ .

### Kadar Air

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap kadar air enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata kadar air en-kapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar air (%) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan enkapsulan.

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Kadar Air (%)
MG1 (3 : 1)	$7,40 \pm 0,22$ f
MG2 (2 : 1)	$7,74 \pm 0,12$ ef
MG3 (3 : 2)	$7,85 \pm 0,26$ def
MG4 (1 : 0,75)	$8,03 \pm 0,33$ cde
MG5 (3 : 2,5)	$8,36 \pm 0,12$ bcd
MG6 (1 : 1)	$8,42 \pm 0,20$ bcd
MG7 (2 : 3)	$8,60 \pm 0,17$ abc
MG8 (1 : 2)	$8,92 \pm 0,18$ ab
MG9 (1 : 3)	$9,20 \pm 0,42$ a

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$ .

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan MG9 dengan rata-rata sebesar  $9,20 \pm 0,42\%$ , berbeda tidak nyata dengan MG8 dan MG7 yaitu sebesar  $8,92 \pm 0,18\%$  dan  $8,60 \pm 0,17\%$ , sedangkan kadar air terendah diperoleh pada perlakuan MG1 yaitu sebesar  $7,40 \pm 0,22\%$ , berbeda tidak nyata dengan perlakuan

MG2 dan MG3. Terjadi peningkatan kadar air seiring dengan mening-katnya konsentrasi gum arab atau semakin rendah konsentrasi maltodekstrin. Hal ini dikarenakan maltodekstrin memiliki berat molekul lebih kecil ( $< 4000$ ) dan struktur molekul yang lebih sederhana sehingga air dengan mudah diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung. Sedangkan gum arab memiliki berat molekul lebih besar ( $\pm 500.000$ ) dan struktur molekul yang lebih kompleks sehingga ikatan dengan molekul air lebih kuat dan membuat air lebih sulit diuapkan dan membutuhkan energi penguapan yang lebih besar (Gardjito *et al.*, 2006). Selain itu, kadar air yang tinggi pada enkapsulat dengan menggunakan enkapsulan gum arab dapat disebabkan oleh sifat viskositas gum arab yang tinggi (Widarta & Arihantana, 2014). Hal ini didukung oleh penelitian (Marpaung *et al.*, 2009) tentang pengaruh perbandingan maltodekstrin dan gum arab pada mikroenkapsulasi ekstrak daun duku kumpeh didapatkan kadar air tertinggi pada perlakuan perbandingan maltodekstrin dan gum arab 40:60 dengan nilai 12,2%.

### Kelarutan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan konsentrasi bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap kelarutan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata kelarutan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata kelarutan enkapsulasi ekstrak daun singkong tertinggi diperoleh dari perlakuan MG1 dengan nilai rata-rata  $45,54 \pm 0,24\%$  dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan MG2 yaitu sebesar  $45,04 \pm 0,37\%$ , sedangkan nilai rata-rata enkapsulasi ekstrak daun singkong terendah diperoleh dari perlakuan MG9 sebesar  $38,13 \pm 0,36\%$  berbeda tidak nyata dengan MG8 yaitu sebesar  $38,72 \pm 0,31$ . Terjadi penurunan nilai kelarutan dengan semakin tinggi konsentrasi gum arab atau semakin rendah konsentrasi maltodekstrin pada perbandingan enkapsulan. Nilai kelarutan dipengaruhi oleh kadar air suatu bahan. Kadar air yang tinggi menyebabkan bahan menjadi sulit menyebar dalam air karena bahan mempunyai per-mukaan yang sempit untuk dibasahi sebab butirannya besar sehingga cenderung lengket antar butiran tersebut, dan tidak membentuk pori-pori, sehingga bahan tidak mampu menyerap air dalam jumlah besar (Gardjito *et al.*, 2006). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Marpaung *et al.*, 2009) tentang mikroenkapsulasi ekstrak daun duku kumpeh dengan nilai kelarutan terbesar didapatkan pada perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab (100:0) sebesar  $89,46 \pm 1,62\%$ .

Tabel 4. Nilai rata-rata kelarutan (%) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan bahan enkapsulan.

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Kelarutan (%)
MG1 (3 : 1)	$45,54 \pm 0,24$ a
MG2 (2 : 1)	$45,04 \pm 0,37$ ab
MG3 (3 : 2)	$44,28 \pm 0,10$ bc
MG4 (1 : 0,75)	$43,94 \pm 0,36$ c
MG5 (3 : 2,5)	$41,71 \pm 0,26$ d
MG6 (1 : 1)	$40,37 \pm 0,14$ e
MG7 (2 : 3)	$39,42 \pm 0,57$ f
MG8 (1 : 2)	$38,72 \pm 0,31$ fg
MG9 (1 : 3)	$38,13 \pm 0,36$ g

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$ .

### Klorofil Total

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan enkapsulan berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap klorofil total enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata tingkat klorofil total enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan nilai rata-rata klorofil total tertinggi diperoleh dari perlakuan MG9 yaitu sebesar  $10,58 \pm 0,21$  ppm, berbeda tidak nyata dengan perlakuan MG8 dan MG7 yaitu sebesar  $10,36 \pm 0,28$  ppm dan  $10,19 \pm 0,16$  ppm. Nilai rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan MG1 sebesar  $8,85 \pm 0,21$  ppm. Terjadi peningkatan kadar klorofil dengan semakin tinggi konsentrasi gum arab atau semakin rendah konsentrasi maltodekstrin pada perbandingan enkapsulan. Hal ini mungkin berkaitan dengan struktur bahan enkapsulan yang digunakan. Gum arab adalah heteropolisakarida bercabang yang mengandung sejumlah kecil protein yang terikat secara kovalen dengan rantai karbohidrat, bertindak sebagai agen pembentuk film yang membantu maltodekstrin dalam membentuk jaringan padat sehingga dapat melindungi bahan inti dengan baik (Burin *et al.*, 2011). Selain itu, maltodekstrin mempunyai daya ikat yang kuat terhadap bahan yang disalut (Oktaviana, 2012). Hal ini didukung oleh penelitian Indrasti *et al.* (2015) bahwa semakin tinggi konsentrasi gum arab maka semakin tinggi pula kadar klorofil totalnya.

Tabel 5. Nilai rata-rata kadar klorofil total enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan enkapsulan (ppm).

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Klorofil Total (ppm)
MG1 (3 : 1)	$8,85 \pm 0,21$ f
MG2 (2 : 1)	$9,28 \pm 0,08$ e
MG3 (3 : 2)	$9,43 \pm 0,45$ de
MG4 (1 : 0,75)	$9,56 \pm 0,09$ de
MG5 (3 : 2,5)	$9,74 \pm 0,07$ cde
MG6 (1 : 1)	$9,91 \pm 0,02$ bcd
MG7 (2 : 3)	$10,19 \pm 0,16$ abc
MG8 (1 : 2)	$10,36 \pm 0,28$ ab
MG9 (1 : 3)	$10,58 \pm 0,21$ a

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$ .

### Klorofil a

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan enkapsulan berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap klorofil a enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata tingkat klorofil a enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan nilai rata-rata klorofil a tertinggi diperoleh dari perlakuan MG9 yaitu sebesar  $4,39 \pm 0,07$  ppm, berbeda tidak nyata dengan perlakuan MG8 dan MG7 yaitu sebesar  $4,29 \pm 0,18$  ppm dan  $4,21 \pm 0,11$  ppm. Nilai rata-rata klorofil a terendah diperoleh pada perlakuan MG1 sebesar  $3,56 \pm 0,08$  ppm, berbeda tidak nyata dengan perlakuan MG2, MG3 dan MG4. Terjadi kenaikan kadar klorofil di setiap penambahan konsentrasi gum arab pada perbandingan enkapsulan. Kecenderungan ini sesuai dengan hasil klorofil total dimana semakin tinggi konsentrasi gum arab maka semakin tinggi pula kadar klorofil yang dihasilkan.

Tabel 6. Nilai rata-rata kadar klorofil a enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan enkapsulan (ppm).

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Klorofil a (ppm)
MG1 (3 : 1)	3,56 ± 0,08 e
MG2 (2 : 1)	3,65 ± 0,14 de
MG3 (3 : 2)	3,70 ± 0,08 cde
MG4 (1 : 0,75)	3,77 ± 0,05 cde
MG5 (3 : 2,5)	3,87 ± 0,16 cd
MG6 (1 : 1)	3,95 ± 0,09 bc
MG7 (2 : 3)	4,21 ± 0,11 ab
MG8 (1 : 2)	4,29 ± 0,18 a
MG9 (1 : 3)	4,39 ± 0,07 a

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$ .

### Klorofil b

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan enkapsulan tidak berpengaruh ( $P \leq 0,05$ ) terhadap klorofil b enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata tingkat klorofil b enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 7. Terjadi kenaikan kadar klorofil b di setiap penambahan konsentrasi gum arab pada perbandingan enkapsulan. Hal ini sesuai dengan kecenderungan pada hasil klorofil total dimana penambahan gum arab pada perbandingan enkapsulan sejalan dengan meningkatnya kadar klorofil pada enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong.

Tabel 7. Nilai rata-rata kadar klorofil b enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan enkapsulan (ppm).

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Klorofil b (ppm)
MG1 (3 : 1)	5,29 ± 0,29
MG2 (2 : 1)	5,63 ± 0,22
MG3 (3 : 2)	5,73 ± 0,37
MG4 (1 : 0,75)	5,80 ± 0,14
MG5 (3 : 2,5)	5,87 ± 0,09
MG6 (1 : 1)	5,96 ± 0,11
MG7 (2 : 3)	5,98 ± 0,05
MG8 (1 : 2)	6,08 ± 0,11
MG9 (1 : 3)	6,19 ± 0,15

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$ .

### Tingkat Kecerahan ( $L^*$ )

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan enkapsulan berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap kelarutan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata tingkat kecerahan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 8. Tabel 8 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kecerahan ( $L^*$ ) enkapsulat ekstrak daun singkong tertinggi diperoleh dari MG1 yaitu sebesar  $48,76 \pm 0,14$  dan nilai rata-rata terendah diperoleh dari perlakuan MG9 yaitu sebesar  $41,75 \pm 0,24$  dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan MG8 yaitu sebesar  $42,31 \pm 0,10$ . Terjadi penurunan tingkat kecerahan ( $L^*$ ) dengan semakin tinggi konsentrasi gum arab

atau semakin rendah konsentrasi maltodekstrin pada perbandingan enkapsulan. Hal ini disebabkan maltodekstrin yang berwarna putih sebagai enkapsulan dapat meningkatkan kecerahan pada enkapsulat (Ernawati *et al.*, 2014). Sehingga semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin tinggi tingkat kecerahan pada produk enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Kang *et al.*, 2019) tentang mikroenkapsulasi klorofil dengan tingkat kecerahan ( $L^*$ ) tertinggi didapatkan pada perbandingan gum arab dan maltodekstrin 0:10 sebesar  $26,22 \pm 0,01$ .

Tabel 8. Nilai rata-rata tingkat kecerahan ( $L^*$ ) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan enkapsulan.

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Kecerahan ( $L^*$ )
MG1 (3 : 1)	$48,76 \pm 0,14$ a
MG2 (2 : 1)	$47,89 \pm 0,47$ b
MG3 (3 : 2)	$47,09 \pm 0,16$ c
MG4 (1 : 0,75)	$46,80 \pm 0,14$ c
MG5 (3 : 2,5)	$46,36 \pm 0,20$ c
MG6 (1 : 1)	$44,85 \pm 0,38$ d
MG7 (2 : 3)	$43,64 \pm 0,42$ e
MG8 (1 : 2)	$42,31 \pm 0,10$ f
MG9 (1 : 3)	$41,75 \pm 0,24$ f

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan taraf  $\alpha = 5\%$ .

### Tingkat Kemerahan ( $a^*$ )

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan enkapsulan berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap tingkat kemerahan ( $a^*$ ) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata tingkat kemerahan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kemerahan ( $a^*$ ) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong tertinggi diperoleh dari perlakuan MG9 yaitu sebesar  $2,85 \pm 0,01$  dan berbeda tidak nyata dengan MG8 yaitu sebesar  $2,64 \pm 0,17$ , sedangkan nilai terendah tingkat kemerahan ( $a^*$ ) diperoleh dari perlakuan MG1 yaitu sebesar  $1,82 \pm 0,11$  dan berbeda tidak nyata dengan MG2, MG3, MG4 dan MG5. Terjadi peningkatan nilai pada tingkat kemerahan ( $a^*$ ) dengan semakin tinggi konsentrasi gum arab atau semakin rendah konsentrasi maltodekstrin pada perbandingan enkapsulan. Tingkat kemerahan ( $a^*$ ) dipengaruhi oleh banyaknya maltodekstrin yang ditambahkan pada perbandingan enkapsulan. Maltodekstrin yang berwarna putih dapat mengurangi tingkat kemerahan ( $a^*$ ) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian (Fridayana *et al.*, 2018), bahwa tingkat kemerahan ( $a^*$ ) menurun seiring dengan penambahan maltodekstrin dengan nilai kemerahan terendah sebesar  $1,54 \pm 0,02$  pada perbandingan enkapsulan gelatin dan maltodekstrin 0:1.

Tabel 9. Nilai rata-rata tingkat kemerahan ( $a^*$ ) kapsul ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan kapsul.

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Kemerahan ( $a^*$ )
MG1 (3 : 1)	1,82 ± 0,11 e
MG2 (2 : 1)	2,00 ± 0,06 e
MG3 (3 : 2)	2,10 ± 0,20 de
MG4 (1 : 0,75)	2,14 ± 0,06 de
MG5 (3 : 2,5)	2,27 ± 0,01 cde
MG6 (1 : 1)	2,30 ± 0,08 cd
MG7 (2 : 3)	2,51 ± 0,10 bc
MG8 (1 : 2)	2,64 ± 0,17 ab
MG9 (1 : 3)	2,85 ± 0,01 a

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan taraf  $\alpha = 5\%$ .

### Tingkat Kekuningan ( $b^*$ )

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kapsul berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap tingkat kekuningan ( $b^*$ ) kapsul ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata tingkat kekuningan kapsul ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 10. Tabel 10 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kekuningan ( $b^*$ ) kapsul ekstrak pewarna daun singkong tertinggi di-peroleh dari perlakuan MG1 yaitu sebesar  $19,52 \pm 0,20$  dan berbeda tidak nyata dengan MG2 yaitu sebesar  $19,08 \pm 0,34$  sedangkan nilai terendah tingkat kekuningan ( $b^*$ ) diperoleh dari perlakuan MG9 yaitu sebesar  $14,79 \pm 0,16$  dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan MG8 yaitu sebesar  $15,37 \pm 0,10$ . Terjadi penurunan tingkat kekuningan dengan semakin meningkat konsentrasi gum arab atau semakin rendah konsentrasi maltodekstrin pada perbandingan kapsul. Hal ini dikarenakan gum arab yang berwarna putih ke-coklatan dapat memudahkan warna kuning pada kapsul ekstrak pewarna daun singkong. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Indrasti *et al.*, 2015) tentang kapsulasi dari daun suji bahwa nilai kekuningan pada kapsul menurun seiring dengan penambahan konsentrasi gum arab pada kapsul.

Tabel 10. Nilai rata-rata tingkat kekuningan ( $b^*$ ) kapsul ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan kapsul.

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Kekuningan ( $b^*$ )
MG1 (3 : 1)	19,52 ± 0,20 a
MG2 (2 : 1)	19,08 ± 0,34 a
MG3 (3 : 2)	18,26 ± 0,23 b
MG4 (1 : 0,75)	17,53 ± 0,38 c
MG5 (3 : 2,5)	17,04 ± 0,14 c
MG6 (1 : 1)	16,13 ± 0,38 d
MG7 (2 : 3)	15,57 ± 0,24 de
MG8 (1 : 2)	15,37 ± 0,10 ef
MG9 (1 : 3)	14,79 ± 0,16 f

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$ .

### Efisiensi Enkapsulasi

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan enkapsulan berpengaruh sangat nyata ( $P \leq 0,01$ ) terhadap efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi (%) enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong pada perlakuan perbandingan enkapsulan.

Perbandingan Maltodekstrin (M) dan Gum Arab (G)	Efisiensi Enkapsulasi (%)
MG1 (3 : 1)	58,52 ± 1,42 f
MG2 (2 : 1)	61,32 ± 0,55 e
MG3 (3 : 2)	62,35 ± 2,98 de
MG4 (1 : 0,75)	63,20 ± 0,61 de
MG5 (3 : 2,5)	64,37 ± 0,45 cd
MG6 (1 : 1)	65,47 ± 0,13 bcd
MG7 (2 : 3)	67,38 ± 1,05 abc
MG8 (1 : 2)	68,51 ± 1,86 ab
MG9 (1 : 3)	69,92 ± 1,41 a

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji DMRT dengan taraf  $\alpha = 5\%$ .

### Indeks Efektivitas

Uji indeks efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong. Variabel yang digunakan pada uji ini adalah rendemen, kadar air, kelarutan, tingkat kecerahan (L), tingkat kemerahan ( $a^*$ ), tingkat kekuningan ( $b^*$ ), kadar klorofil total, klorofil a, klorofil b dan efisiensi enkapsulasi.

Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan jumlah nilai tertinggi. Hasil uji indeks efektivitas menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan jenis enkapsulan maltodekstrin dan gum arab 1:3 (MG9) memiliki nilai tertinggi yaitu 0,62 sehingga menjadi perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

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

1. Perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, kadar air, kelarutan, tingkat kecerahan ( $L^*$ ), tingkat kemerahan ( $a^*$ ), tingkat kekuningan ( $b^*$ ), kadar klorofil total, kadar klorofil a dan efisiensi enkapsulasi tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar klorofil b enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong.
2. Perbandingan enkapsulan maltodekstrin dan gum arab terbaik dalam menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong adalah 1:3 dengan karakteristik rendemen 79,76%, kadar air 9,20%, kelarutan 38,13%, tingkat kecerahan ( $L^*$ ) 41,75, tingkat kemerahan ( $a^*$ ) 2,85, tingkat kekuningan ( $b^*$ ) 14,79, klorofil total 10,58 ppm, klorofil a 4,39 ppm, klorofil b 6,19 ppm dan efisiensi enkapsulasi 69,92%.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini erlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan

enkapsulan lain dengan perbandingan konsentrasi yang berbeda untuk mendapatkan hasil enkapsulat ekstrak pewarna daun singkong terbaik serta pengaplikasiannya ke dalam bahan pangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis* (15th Ed.) K. Helrich (Ed). Virginia.
- Ashihari, A. 2013. *Formulasi dan evaluasi fisik mikrokapsul dari ekstrak kedelai (Glycine max L.merr) dengan metode penguapan pelarut*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Burin, V. M., Rossa, P. N., Lima, N. E. F., Hillmann, M. C. R., dan Luiz, M. T. D. 2010. Anthocyanins: optimisation of extraction from Cabernet Sauvignon grapes, microcapsulation and stability in soft drink. *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 186-193.
- Comunian, T. A., Monterrey-Quintero, E. S., Thomazini, M., Balieiro, J. C. C., Piccone, P., Pittia, P., and Favaro-Trindade, C. S. 2011. Assessment of production efficiency, physicochemical properties and storage stability of spray-dried chlorophyllide, a natural food colourant, using gum arabic, maltodextrin and soy protein isolate-based carrier systems. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(6), 1259–1265. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02617.x>
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., and Canada, J. R. 1984. *Engineering Economy*. 7th Edition. Mac. Millan Publ Co, New York.
- Distan Pangan Bali. 2021. *Kinerja Produksi Ubi Kayu Provinsi Bali 2016 – 2020*. <https://distanpangan.baliprov.go.id/kinerja-produksi-ubi-kayu-provinsi-bali-2016-2020/>
- Ernawati, U. R., Khasanah, L. U., dan Anandito, R. B. K. 2014. Pengaruh variasi nilai dextrose equivalents (DE) maltodekstrin dan gum arab terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*Tectona grandis* L.f). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 111–120.
- Fridayana, I. W. E., Wrasati, L. P., dan Ganda Putra, G. 2018. Karakteristik enkapsulat pewarna fungsional dari ekstrak selada laut (*Ulva lactuca* L.) pada perlakuan perbandingan gelatin dan maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(4), 335. <https://doi.org/10.24843/jrma.2018.v06.i04.p08>
- Gardjito, M., Agnes Murdiati, dan Aini, N. 2006. Mikroenkapsulasi  $\beta$ -karoten buah labu kuning dengan enkapsulan whey protein dan karbohidrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2(1), 13–18.
- 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. <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i01.p06>
- Hutajulu, T. F., Hartanto, E. S., dan Subagja. 2008. Proses ekstraksi zat warna hijau khlorofil alami untuk pangan dan karakterisasinya. *Jurnal Riset Industri* (Vol. 2, Issue 1, pp. 44–55).
- Indrasti, D., Andarwulan, N., Purnomo, E. H., dan Paramitha, R. 2015. Karakteristik serbuk pewarna alami dari daun suji (*Pleomele angustifolia* N. E. Brown). *Seminar Nasional & Pameran Produk Pangan 2015*.
- Kang, Y. R., Lee, Y. K., Kim, Y. J., and Chang, Y. H. 2019. Characterization and storage stability of chlorophylls microencapsulated in different combination of gum arabic and maltodextrin. *Food Chemistry*, 272(March 2018), 337–346. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.063>
- Marpaung, A. L. R. P., Tafzi, F., dan Rahmayani, I. 2009. Pengaruh perbandingan maltodekstrin dan gum arab pada mikroenkapsulasi ekstrak daun duku kumpeh (*Lansium Domesticum* Corr.).

- Jurnal Ilmu Biologi dan Pendidikan, 4(2), 1–10.
- Ningsih, R., Sudarno, S., dan Agustono, A. 2018. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik pepton ikan kakap (*Lutjanus sp.*). *Agrointek*, 12(1), 55. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v12i1.3673>
- Nollet, L. M. L. 2004. *Handbook of Food Analysis* (2nd ed.). Marcel Dekker Incorporation. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9780367854409>
- Oktaviana, Y. R. 2012. Kombinasi maltodekstrin dan suhu pemanasan terhadap kualitas minuman serbuk instan belimbing wuluh (*Avverhoa bimbi Linn.*). Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rakasiwi, P., Iftitah, E. D., dan Utomo, E. P. 2014. Pengaruh perbandingan bahan pelapis maltodekstrin dan gum arab dalam mikrokapsul berbahan inti sitronelal. *Kimia Student Journal*, 2(1), 295–300.
- Safithri, M., Indariani, S., dan Septiyani, D. 2020. Aktivitas antioksidan dan total fenolik minuman fungsional nanoenkapsulasi berbasis ekstrak sirih merah. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 7(1), 69–83. <https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2020.007.01.7>
- 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. *Bioma* Issn:1410-8801, 11(1), 6–10.
- Siregar, R., Rafiqoh, S., dan Damanik, A. 2022. Substitusi pewarna alami ekstrak daun singkong pada pembuatan telur gabus ikan kembung. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1 (1): 34-42.
- Sudarmadji, S., Suhardi dan Haryono, B. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Sugindro, Mardliyati, E., dan Djajadisastra, J. 2008. Pembuatan dan mikroenkapsulasi ekstrak etanol biji jinten hitam pahit (*Nigella sativa linn.*). *Majalah Ilmu Kefarmasian* 5 (2): 57-66.
- Umawiranda, P., dan Cahyaningrum, S. 2014. Enkapsulasi pirazinamid menggunakan alginat dan kitosan. *UNESA Journal of Chemistry*, 3(3).
- Weaver, C. 1996. *The Food Chemistry Laboratory*. CRC Press, Boca Roton.
- Widarta, I. W. R., dan Arihantana, N. M. I. H. 2014. Mikroenkapsulasi ekstrak bekatul beras merah: kajian jenis dan konsentrasi enkapsulan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014*. (pp. 92–99).
- Yogaswara, I. B., Wartini, N. M., dan Wrasati, P. L. 2017. Karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) pada perlakuan enkapsulan gelatin dan maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(4), 31–40.
- Yuliarti, N. 2007. *Awas bahaya di balik lezatnya makanan* (1st ed.). Andi, Yogyakarta.
- Yuliawaty, S. T., dan Susanto, W. H. 2015. Pengaruh lama pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik fisik kimia dan organoleptik minuman instan daun mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 41–51.