

**Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Pewarna Bunga Kenop (*Gomphrena globosa* L.)
pada Perlakuan Perbandingan Gum Arab dan Karagenan**
*Characteristics of Globe Amaranth flower (*Gomphrena globosa* L.) dye extract encapsulate on
comparative treatment of arabic gums and carrageenans*

Amenra Ramzi Naz, Luh Putu Wrsiati*, Ni Made Wartini

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

Diterima 11 Januari 2022 / Disetujui 31 Januari 2022

ABSTRACT

Globe amaranth flowers can be used as food coloring because they contain betacyanin. Betacyanin compounds obtained by extraction and stored in the form of encapsulated powder. The aims of this study were (i) to determine the effect of the comparison of gum arabic and carrageenan as an encapsulation material on the characteristics of the encapsulated extract of globe amaranth flower dye extract, and (ii) to know the best comparative treatment of gum arabic and carrageenan to produce globe amaranth flower dye encapsulates. The experiment in this study used a randomized block design with a comparison of gum arabic and carrageenan consisting of 7 levels, namely (1:0), (0:1), (1:1), (1:1,5), (1: 2), (1:2,5) and (1:3). The results showed that the comparison of gum arabic and carrageenan had an effect on yield, water content, solubility, total betacyanin content, surface betacyanin content, encapsulation efficiency, brightness level (L), redness level (a), yellowness level (b*), and antioxidant capacity. The best treatment in producing the encapsulated extract of the globe amaranth flower dye was the ratio of gum arabic and carrageenan (1:2) with the characteristics of yield 93,51%, water content 10,35%, solubility 41,75%, total betacyanin content of 233,75 mg/100g, surface betacyanin content 47,361 mg/100g, encapsulation efficiency 79,72%, brightness level (L*) 27,66, level of redness (a*) 17,37, level of yellowness (b*) 14,43, and antioxidant capacity 80,13 mg GAEAC/g.*
Keywords: betacyanin, carageenan, comparison, encapsulation, gum arabic.

ABSTRAK

Bunga kenop dapat dijadikan sebagai pewarna pada bahan pangan karena mengandung betasianin. Senyawa betasianin didapat dengan cara ekstraksi dan disimpan dalam bentuk bubuk enkapsulasi. Tujuan penelitian ini yaitu (i) Mengetahui pengaruh perlakuan perbandingan gum arab dan karagenan sebagai bahan enkapsulasi terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop, dan (ii) Menentukan perlakuan perbandingan gum arab dan karagenan yang terbaik untuk menghasilkan enkapsulat pewarna bunga kenop. Percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan perlakuan perbandingan gum arab dan karagenan yang terdiri dari 7 taraf yaitu (1:0), (0:1), (1:1), (1:1,5), (1:2), (1:2,5) dan (1:3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan gum arab dan karagenan berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kelarutan, kadar total betasianin, kadar betasianin permukaan, efisiensi enkapsulasi, tingkat kecerahan (L), tingkat kemerahan (a*), tingkat kekuningan (b*), dan kapasitas antioksidan. Perlakuan terbaik dalam

*Korespondensi Penulis:

Email: wrasiati@unud.ac.id

menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop adalah pada perbandingan gum arab dan karagenan (1:2) dengan karakteristik rendemen 93,51%, kadar air 10,35%, kelarutan 41,75%, kadar total betasianin 233,75 mg/100g, kadar betasianin permukaan 47,361 mg/100g, efisiensi enkapsulasi 79,72%, tingkat kecerahan (L^*) 27,66, tingkat kemerahan (a^*) 17,37, tingkat kekuningan (b^*) 14,43, dan kapasitas antioksidan 80,13 mg GAEAC/g.

Kata kunci : Betasianin, enkapsulasi, gum arab, karagenan, perbandingan.

PENDAHULUAN

Zat pewarna pada pangan adalah salah satu bahan tambahan pangan yang digunakan untuk memperbaiki kualitas pada makanan dan minuman, yang terlihat tidak menarik selama proses pengolahan menjadi lebih berwarna dan menarik (Winarno, 2002). Secara umum pewarna yang sering digunakan dalam olahan pangan terbagi menjadi dua yaitu pewarna sintesis (buatan) dan pewarna natural (alami). Pewarna sintesis adalah pewarna yang dibuat dengan proses kimiawi. Pewarna alami adalah pewarna yang diperoleh melalui proses ekstraksi, isolasi, atau derivatisasi (sintesis parsial) dari tumbuhan, hewan, mineral atau sumber alami lain (Permenkes RI, 2012). Salah satu tanaman bunga yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai pewarna adalah bunga kenop (*Gomphrena globosa* L.).

Bunga kenop adalah bunga yang berasal dari Amerika dan Myanmar, dan sudah banyak dibudidayakan di Indonesia. Bunga kenop merupakan tanaman yang berasal dari keluarga *Amaranthaceae* dan memiliki nama ilmiah *Gomphrena globosa* L. dan memiliki nama yang berbeda di setiap daerah seperti kembang puter (Sumatra), bunga kancing (Jawa), taimantulu (Gorontalo), dan ratna (Bali). Bunga kenop ini biasanya ditanam di pekarangan, tumbuh baik sampai ketinggian 1400m di atas permukaan laut serta ditanam dengan mendapatkan sinar matahari yang cukup. Pada umumnya bunga kenop memiliki warna merah tua keunguan, merah muda, atau putih. Batang bunga kenop berwarna hijau kemerahan, berambut, membesar pada ruas percabangan. Bunga kenop memiliki daun

duduk berhadapan, bertangkai, bentuk daun bulat telur sungsgang sampai memanjang dengan ujung runcing (Wijayakusuma, 2000). Bunga kenop dapat menjadi rekomendasi untuk dijadikan pewarna alami untuk kebutuhan industri pangan dan non pangan, karena bunga kenop memiliki kandungan alami pigmen betasianin sebesar 30,01 – 185,51 mg/100g (Fikri *et al.*, 2020). Pigmen betasianin dapat dimanfaatkan sebagai zat warna alami untuk pangan dan sebagai alternatif pengganti zat warna sintetik karena memiliki warna yang menarik, dan mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi sehingga lebih aman untuk tubuh apabila dikonsumsi (Herbach *et al.*, 2006; Fikri *et al.*, 2020).

Senyawa betasianin yang terdapat dalam bunga kenop didapat melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut dan biasanya menghasilkan ekstrak pewarna dalam bentuk cairan kental. Penelitian mengenai ekstrak bunga kenop telah dilakukan sebelumnya oleh Fikri *et al.* (2020). Pada penelitian tersebut didapat hasil terbaik pada perlakuan jenis pelarut etanol 48% dan menggunakan perlakuan suhu 25°C dengan nilai rendemen 8,65 – 16,13 persen, total betasinain 30,01 – 185,51 mg/100g. Namun ada beberapa kekurangan yang terdapat pada sediaan ekstrak pewarna dalam bentuk cair, yaitu umur simpannya yang pendek, kurang praktisnya penyimpanan, dan warnanya yang kurang stabil sehingga perlu dilakukan perlindungan terhadap senyawa betasianin yang terdapat pada sediaan ekstrak pewarna cair dengan proses enkapsulasi (Deladino *et al.*, 2008; Nuada *et al.*, 2020).

Enkapsulasi merupakan teknik penyalutan suatu bahan aktif baik berupa

padatan, cairan, atau gas yang dilapisi oleh bahan penyalut. Lapisan ini bertujuan untuk melindungi bahan aktif dari kondisi luar, penguapan komponen aktif, kestabilan dari bahan yang mudah menguap, sensitivitas terhadap cahaya, serta dapat menutupi rasa atau aroma yang tidak diinginkan dari bahan aktif (Hasanah, 2011; Silitonga *et al.*, 2014). Keuntungan melakukan enkapsulasi adalah dapat melindungi bahan inti ekstrak dan dapat mengontrol pelepasan bahan aktif ekstrak padat maupun cair (Palupi *et al.*, 2014). Ada delapan teknik enkapsulasi yang dapat digunakan antara lain: *thin layer drying*, penguapan pelarut, *freeze drying*, koekstruksi, polimerisasi, *fluidizedbed*, cairan superkritikal, dan teknik koaservasi (Silitonga *et al.*, 2014). *Thin layer drying* merupakan proses pengeringan bahan cair atau semi cair hingga menghasilkan produk kering (Ernawati, 2010; Rahardjo, 2018). Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah gum arab dan karagenan.

Gum arab digunakan sebagai bahan penyalut karena memiliki sifat hidrofobik dan hidrofilik sehingga dapat menjadi pengemulsi dalam larutan polar dan non polar (Suryani, 2017). Karagenan dapat digunakan sebagai bahan penyalut dalam proses enkapsulasi karena memiliki karakteristik pseudoplastik yang menyebabkan mikrokapsul menjadi memiliki bentuk bulat dan permukaan yang halus (Nurbaya, 2017). Beberapa penelitian tentang perbandingan bahan penyalut untuk proses enkapsulasi telah dilakukan sebelumnya. Wartini *et al.* (2018) menyatakan bahwa enkapsulan gum arab 10% merupakan perlakuan terbaik dalam menghasilkan enkapsulat ekstrak buah pandan dengan nilai efisiensi enkapsulasi $99,88 \pm 0,09\%$. Antares *et al.* (2017), menyatakan bahwa perbandingan bahan pengkapsul maltodekstrin dan karagenan berpengaruh nyata terhadap karakteristik ekstrak pewarna buah pandan dengan kadar air 9,11 - 12,19%, karotenoid total 502,53 -

970,91 mg/100g, kadar karotenoid permukaan 281,76 - 361,83 mg/100g, efisiensi enkapsulasi 27,99 - 70,98%, dan kadar kelarutan 72,44 - 85,04% dengan perlakuan terbaik didapat pada perbandingan maltodekstrin dan karagenan 9% : 1%.

Uraian di atas menunjukkan bahwa penelitian enkapsulasi dengan gum arab dan karagenan terhadap karakteristik ekstrak bunga kenop belum pernah dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan gum arab dan karagenan untuk mendapatkan hasil enkapsulat yang terbaik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku adalah bunga kenop berwarna merah keunguan diperoleh dari Jalan Sedap Malam, Desa Kesiman, Kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar, Provinsi Bali dengan kriteria bunga berwarna ungu terang seragam, berbentuk bulat, dan lebar bagian bunga 20-25 mm. Bahan kimia yang digunakan aquades, pelarut etanol 48% Teknis (Nurra Gemilang), bahan enkapsulan gum arab (Merck) dan karagenan (Indogum), dan pelarut *buffer sitrat-pospat* pH 5 Teknis (Nurra Gemilang).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain spektrofotometer uv-vis (*Genesys 10S UV-VIS*), color reader (*Colorimeter PCE-CSM 1, PCE-CSM 2 and PCE-CSM 4*), sentrifugasi (Wina Instrumens, Indonesia), oven pengering (BLUE M), vortex (Bransteadl Thermolyne), homogenizer (BRANSON), blender (HR 2116), timbangan analitik (SHIMADZU AY220), labu Erlenmeyer (*Pyrex*), desikator (*Duran*), gelas ukur (*Herma, Iwaki*), ayakan 80 mesh, kain saring, kertas Whatman No 1, cawan petri, kertas label, pisau, pinset,

spatula, kain saring, gelas beker, aluminium foil, stirrer, *hot plate*.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bubuk bunga kenop

Bunga kenop dihilangkan kelopaknya dan dicuci menggunakan air hingga bersih. Selanjutnya dilakukan blansir pada suhu $95 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 1 menit dan didinginkan dengan air mengalir. Bunga kenop kemudian dikeringkan pada suhu $40 \pm 5^\circ\text{C}$ hingga mudah dihancurkan (kadar air 8 - 8,5%). Selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh (Ginting *et al.*, 2020). Serbuk yang diperoleh selanjutnya diekstrak.

Pembuatan ekstrak bunga kenop

Pembuatan ekstrak bunga kenop dilakukan dengan metode maserasi. Bubuk bunga kenop ditimbang sebanyak 20 gram lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan dengan pelarut yaitu etanol 48 persen sebanyak 220 mL (1:11) dan dilakukan maserasi dalam inkubator pada suhu 25°C (Fikri *et al.*, 2020). Waktu maserasi dilakukan selama 36 jam dan dilakukan pengadukan dengan waktu 5 menit setiap 6 jam dengan suhu ruangan $28 \pm 2^\circ\text{C}$ maka didapatkan ekstrak bunga kenop yang masih tercampur dengan pelarut (Ginting *et al.*, 2020).

Ekstrak yang masih tercampur dengan pelarut kemudian disaring menggunakan kertas saring kasar yang menghasilkan filtrat I beserta ampas. Kemudian ampas ditambahkan dengan pelarut sebanyak 20 mL dan diaduk selama 5 menit, lalu disaring dengan kertas saring kasar dan menghasilkan filtrat II. Filtrat I dan II dicampur dan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1. Ekstrak yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam labu rotary evaporator untuk menghilangkan pelarut dan dievaporasi pada suhu 50°C dengan tekanan 100 mBar. Evaporasi dihentikan pada saat semua pelarut

sudah menguap yang ditandai dengan tidak adanya tetesan pelarut. Ekstrak kental yang diperoleh dimasukkan ke dalam wadah sampel (Ginting *et al.*, 2020).

Enkapsulasi Ekstrak Bunga Kenop (Yogaswara *et al.*, 2017 yang dimodifikasi)

Pembuatan produk enkapsulasi ekstrak bunga kenop dilakukan dengan menggunakan metode pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*) mengikuti penelitian Yogaswara *et al.* (2017) dengan modifikasi bahan yang digunakan. Pembuatan larutan enkapsulan yaitu akuades sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam labu ukur lalu dilakukan penimbangan terhadap gum arab dan karagenan sebanyak 10% dari volume larutan (5 gram dengan contoh perbandingan antara gum arab dan karagenan 1 : 0 sebanyak 5 gram : 0 gram) dengan komposisi konsentrasi perbandingan gum arab dan karagenan sesuai perlakuan. Kemudian dimasukkan ekstrak bunga kenop sebanyak 1% dari volume larutan enkapsulan dan langsung dihomogenisasi dengan *homogenezier* selama 30 menit. Larutan enkapsulasi dituang ke dalam cawan petri dengan ketebalan 3 mm dan dikeringkan dengan oven suhu $50 \pm 5^\circ\text{C}$ hingga mudah untuk dilepaskan dari cawan petri (sekitar 13 jam). Kemudian enkapsulat dihancurkan menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh. Enkapsulat bunga kenop yang dihasilkan siap untuk dianalisis.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada enkapsulat ekstrak bunga kenop yaitu rendemen (Sudarmadji *et al.*, 1997), kelarutan (AOAC, 1984), kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar total betasianin (Eder, 1996), kadar betasianin permukaan (Mohamed *et al.*, 2018), efisiensi enkapsulasi (Mohamed *et al.*, 2018), intensitas warna (Weaver, 1996), dan Kapasitas antioksidan dengan Metode DPPH (Blois, 1958 yang sudah dimodifikasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan konsentrasi

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut.

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Rendemen (%)
GK0 (Gum Arab)	92,09±0,036 f
GK1 (Karagenan)	94,23±0,096 bc
GK2 (1 : 1)	93,32±0,083 e
GK3 (1 : 1,5)	94,40±0,111 b
GK4 (1 : 2)	93,51±0,333 de
GK5 (1 : 2,5)	93,86±0,255 cd
GK6 (1 : 3)	95,64±0,073 a

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata rendemen enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop tertinggi diperoleh pada perlakuan GK6 (1:3) sebesar 95,64±0,073 persen, sedangkan rendemen terendah diperoleh pada perlakuan GK0 bahan penyalut gum arab sebesar 92,09±0,036 persen. Terjadi peningkatan persentase rendemen di setiap kenaikan konsentrasi perbandingan bahan penyalut hingga batas konsentrasi maksimum. Rendemen yang tinggi disebabkan oleh jumlah enkapsulan sangat berperan terhadap rendemen produk terenkapsulasi.

Konsentrasi karagenan yang makin tinggi menyebabkan total padatan semakin besar (Endang dan Prasetyastuti, 2010). Apabila total padatan pada bahan yang dikeringkan semakin tinggi maka rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini didukung dengan pernyataan menurut Master (1979), total padatan berpengaruh terhadap lama proses pengeringan dan rendemen yang dihasilkan. Semakin sedikit total padatan

bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap rendemen enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 1.

suatu campuran, rendemen produk akan semakin sedikit. Penelitian oleh Elida *et al.* (2020) tentang sintasan dan viabilitas bio-kapsul probiotik hasil ekstrusi dengan karagenan dan skim menyatakan bahwa rendemen tertinggi diperoleh pada perbandingan bahan penyalut karagenan-skim 3:1 yaitu 84,46%, hal ini disebabkan oleh berat molekul karagenan yang lebih besar jika dibandingkan dengan bahan penyalut lain.

Kadar Air

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap kadar air enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop tertinggi diperoleh pada perlakuan GK1 (Karagenan) dengan rata-rata sebesar 10,89±0,130 persen, sedangkan kadar air terendah diperoleh pada perlakuan GK0 (Gum arab) yaitu sebesar 10,02±0,148 persen dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan GK2 (1:1) didapat rata-rata sebesar 10,11±0,284 persen. Penambahan bahan penyalut dapat meningkatkan total padatan bahan dan semakin tinggi total padatan yang dikeringkan sampai batas tertentu maka kecepatan penguapan akan semakin tinggi sehingga kadar air bahan menjadi rendah (Master, 1979). Pada penelitian ini penambahan konsentrasi karagenan pada produk enkapsulat menyebabkan kadar air semakin tinggi dibandingkan dengan gum arab. Hal ini disebabkan karena karagenan memiliki sifat hidroskopis yang dapat

mengikat air. Romenda *et al.*, (2013), yang menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi kandungan kadar air pada karagenan adalah sistem pengeringan dan sifat bawaan produk seperti adanya ion yang bersifat higroskopis. Hal ini didukung oleh penelitian Wulandari (2018) tentang pengaruh penambahan gum arab dan karagenan terhadap karakteristik *fruit leather* labu kuning didapatkan kadar air tertinggi pada perlakuan karagenan konsentrasi 0,1% dengan nilai 13,60 %.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar air (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	kadar air (%)
GK0 (Gum Arab)	10,02±0,148 b
GK1 (Karagenan)	10,89±0,130 a
GK2 (1 : 1)	10,11±0,284 b
GK3 (1 : 1,5)	10,26±0,203 ab
GK4 (1 : 2)	10,35±0,198 ab
GK5 (1 : 2,5)	10,60±0,444 ab
GK6 (1 : 3)	10,76±0,235 ab

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Kelarutan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap kelarutan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata kelarutan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata kelarutan enkapsulasi ekstrak bunga kenop tertinggi diperoleh dari perlakuan GK0 berbahan penyalut gum arab dengan nilai rata-rata 92,69±0,021 persen, sedangkan nilai rata-rata enkapsulasi ekstrak bunga kenop terendah diperoleh dari perlakuan GK1 berbahan penyalut karagenan 32,12±0,031

persen. Gum arab mempunyai sifat emulsifikasi yang lebih baik dibandingkan karagenan sehingga kelarutan enkapsulat dengan menggunakan enkapsulan gum arab cenderung mempunyai kelarutan yang lebih tinggi. Penambahan konsentrasi karagenan yang semakin tinggi dapat menyebabkan tingkat kelarutan semakin lambat yang disebabkan karena karagenan hanya mudah larut dalam kondisi panas (Priastuti *et al.*, 2019). Kelarutan suatu bahan dipengaruhi oleh kadar air bahan tersebut.

Tabel 3. Nilai rata-rata kelarutan (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut.

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Kelarutan (%)
GK0 (Gum Arab)	92,69±0,021 a
GK1 (Karagenan)	32,12±0,031 g
GK2 (1 : 1)	59,20±0,050 b
GK3 (1 : 1,5)	54,46±0,006 c
GK4 (1 : 2)	41,75±0,320 d
GK5 (1 : 2,5)	39,47±0,036 e
GK6 (1 : 3)	35,45±0,043 f

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Pada penelitian ini rata-rata kadar air menurun pada setiap penambahan konsentrasi karagenan. Kadar air yang tinggi pada bahan menyebabkan bahan tersebut menjadi sulit menyebar dalam air karena bahan memiliki karakteristik lekat sehingga tidak berbentuk pori-pori. Bahan dengan kadar air yang tinggi juga memiliki permukaan yang sempit untuk dibasahi karena butiran yang besar sehingga saling melekat diantara butiran tersebut (Gardjito *et al.*, 2006). Penelitian Wartini *et al.* (2018) tentang enkapsulat pewarna buah pandan pada perlakuan jenis dan konsentrasi enkapsulan didapat kelarutan tertinggi pada perlakuan gum arab dengan nilai sebesar 92,57±0,63%.

Kadar Total Betasianin

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap kadar total betasianin enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata kadar total betasianin (mg/100g) enkapsulat pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan(K)	Kadar total betasianin (mg/100g)
GK0 (Gum Arab)	142,08±4,583 f
GK1 (Karagenan)	174,16±9,166 cd
GK2 (1 : 1)	165,00±4,583 de
GK3 (1 : 1,5)	154,30±5,292 ef
GK4 (1 : 2)	233,75±4,583 a
GK5 (1 : 2,5)	184,86±7,001 c
GK6 (1 : 3)	204,72±7,001 b

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar total betasianin enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop tertinggi diperoleh pada perlakuan GK4 (1:2) yaitu sebesar 233,75±4,583 mg/100g, sedangkan kadar total betasianin terendah diperoleh pada perlakuan GK0 (Gum arab) sebesar 142,08±4,583 mg/100g. Kadar total betasianin yang tinggi menandakan proses enkapsulasi terjadi secara maksimal, karena tujuan dari proses enkapsulasi adalah melindungi bahan inti dari faktor-faktor yang dapat menurunkan kualitas dari bahan tersebut. Pada penelitian ini perbandingan gum arab dan karagenan 1:2 mampu melindungi betasianin dengan maksimal pada enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop, hal ini disebabkan karena gum arab dan karagenan mampu membentuk matriks yang

dapat melindungi dan memiliki partikel-partikel aktif yang saling terikat dalam matriks penyalut. Pada perbandingan gum arab dan karagenan 1:2,5 dan 1:3 mengalami penurunan kadar total betasianin karena jumlah karagenan yang bertambah menyebabkan kemampuan melindungi betasianin sebagai bahan inti menjadi menurun yang disebabkan karena karagenan tidak mampu mengemulsi tanpa campuran bahan lain. Hal ini didukung oleh penelitian Antares *et al.* (2017) tentang karakteristik kapsul ekstrak pewarna buah pandan menggunakan penyalut maltodekstrin dan karagenan yaitu semakin tinggi karagenan maka semakin tidak maksimal dalam membentuk enkapsulat karena karagenan membuat enkapsulat semakin kental.

Kadar Betasianin Permukaan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan konsentrasi bahan penyalut dan kelompok berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap kadar betasianin permukaan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kadar betasianin permukaan (mg/100g) enkapsulat pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut.

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Kadar betasianin permukaan (mg/100g)
GK0 (Gum Arab)	110,00±4,583 a
GK1 (Karagenan)	129,86±5,292 a
GK2 (1 : 1)	61,111±7,001 cd
GK3 (1 : 1,5)	88,611±7,001 b
GK4 (1 : 2)	47,361±7,001 d
GK5 (1 : 2,5)	65,694±7,001 cd
GK6 (1 : 3)	73,333±9,166 bc

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata

pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 5 menunjukkan nilai rata-rata kadar betasianin permukaan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop tertinggi diperoleh dari GK1 (karagenan) sebesar $129,86 \pm 5,292$ mg/100g, sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh dari GK4 (1:2) sebesar $47,361 \pm 7,001$ mg/100g. Kadar betasianin yang berada di permukaan menandakan bahwa proses enkapsulasi tidak berhasil secara maksimal (Gusdinar *et al.*, 2011). Pada penelitian ini perbandingan gum arab dan karagenan (1:2) mempunyai nilai terendah karena gum arab dan karagenan menyebabkan pembentukan emulsi antara enkapsulan dan ekstrak berjalan optimal sehingga jumlah betasianin di luar enkapsulat rendah. Perbandingan gum arab dan karagenan yang tepat akan memberikan perlindungan pada betasianin dari enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Gum arab yang memiliki sifat pengemulsi yang baik serta karagenan memiliki sifat menstabilkan enkapsulan menjadikan perlakuan GK4 (1:2) memiliki kadar betasianin permukaan yang paling rendah. Proses penyalutan bahan inti oleh enkapsulan yang kurang sempurna akan mempengaruhi pelepasan zat inti dari mikrokapsul. Pada penelitian ini GK1 (karagenan) memiliki nilai tertinggi pada kadar enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dan tidak berbeda nyata dengan GK0 (Gum arab), hal ini disebabkan karena karena pembentukan emulsi pada perlakuan ini kurang bagus dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Efisiensi Enkapsulasi

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Efisiensi Enkapsulasi (%)
GK0 (Gum Arab)	$22,56 \pm 2,900$ d
GK1 (Karagenan)	$25,20 \pm 6,660$ d
GK2 (1 : 1)	$62,99 \pm 3,605$ b
GK3 (1 : 1,5)	$42,51 \pm 5,325$ c
GK4 (1 : 2)	$79,72 \pm 3,120$ a
GK5 (1 : 2,5)	$64,34 \pm 5,068$ b
GK6 (1 : 3)	$64,21 \pm 3,819$ b

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 6 menunjukkan bahwa efisiensi enkapsulasi tertinggi diperoleh pada perlakuan GK4 (1:2) yaitu sebesar $79,72 \pm 3,120$ persen, sedangkan terendah diperoleh pada perlakuan GK0 (Gum arab) yaitu sebesar $22,56 \pm 2,900$ persen yang tidak berbeda dengan perlakuan GK1 (Karagenan) yaitu sebesar $25,20 \pm 6,660$ persen. Efisiensi enkapsulasi dihitung berdasarkan perbandingan jumlah kadar betasianin yang terkapsulkan dengan total betasianin yang ada di seluruh enkapsulat. Efisiensi yang tinggi menunjukkan tingginya jumlah betasianin yang terkapsulkan dan tingginya persentase dari efisiensi enkapsulasi menandakan proses enkapsulasi yang terjadi bekerja secara maksimal (Mustikawati, 1998). Pada penelitian ini perbandingan gum arab dan karagenan (1:2) memiliki nilai efisiensi enkapsulasi tertinggi karena proses enkapsulasi yang terjadi bekerja secara maksimal. Penggunaan dua bahan enkapsulan mampu menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan satu enkapsulan sebagai bahan pengisi sebab kemampuan enkapsulan untuk berinteraksi membentuk granula yang dapat menyalut

komponen yang dienkapsulasi lebih baik (Budihartini, 2021).

Tingkat kecerahan (L*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kecerahan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata tingkat kecerahan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai rata-rata tingkat kecerahan (L*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut (%).

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Tingkat Kecerahan (L*)
GK0 (Gum Arab)	23,52±0,974 e
GK1 (Karagenan)	31,07±0,907 a
GK2 (1 : 1)	24,71±0,756 de
GK3 (1 : 1,5)	26,83±0,836 cd
GK4 (1 : 2)	27,66±0,903 bc
GK5 (1 : 2,5)	27,34±0,647 bc
GK6 (1 : 3)	29,69±0,722 ab

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 7 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kecerahan (L*) enkapsulat ekstrak bunga kenop tertinggi diperoleh dari GK1 (Karagenan) yaitu sebesar 31,07±0,907 persen dan nilai rata-rata terendah diperoleh dari perlakuan GK0 (Gum arab) yaitu sebesar 23,52±0,974 persen. Peningkatan kecerahan dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi karagenan di setiap perlakuan. Semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan, maka semakin tinggi tingkat kecerahan pada produk enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Peningkatan tingkat kecerahan pada enkapsulat disebabkan karena penambahan konsentrasi karagenan yang berwarna putih kekuningan sehingga

mempengaruhi tingkat kecerahan pada produk enkapsulasi (Purnomo *et al.*, 2014). Hal ini juga didukung oleh Purnomo *et al.* (2014) tentang pengaruh rasio kombinasi maltodekstrin, karagenan, dan whey terhadap mikroenkapsulasi pewarna alami daun jati, penambahan karagenan mempengaruhi tingkat kecerahan tertinggi yang didapat pada perlakuan maltodekstrin dan karagenan (2:1).

Tingkat kemerahan (a*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kemerahan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata tingkat kecerahan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai rata-rata tingkat kemerahan (a*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut (%).

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Tingkat Kemerahan (a*)
GK0 (Gum Arab)	22,42±0,560 a
GK1 (Karagenan)	13,38±0,110 d
GK2 (1 : 1)	20,44±0,795 a
GK3 (1 : 1,5)	18,14±0,986 b
GK4 (1 : 2)	17,37±0,760 b
GK5 (1 : 2,5)	16,31±0,952 bc
GK6 (1 : 3)	15,09±0,796 cd

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 8 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kemerahan (a*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop tertinggi diperoleh dari perlakuan GK0 (Gum arab) yaitu sebesar 22,42±0,560 dan tidak berbeda nyata dengan GK2 (1:1) yaitu sebesar 20,44±0,795, sedangkan nilai terendah tingkat kemerahan (a*) diperoleh dari perlakuan GK1 (karagenan) yaitu sebesar 13,38±0,110.

Tingkat kemerahan (a^*) dipengaruhi oleh kadar total betasianin enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop menyebabkan tingkat kemerahan (a^*) pada perlakuan GK0 (Gum arab) memiliki nilai tertinggi. Menurut Christianina *et al.* (2015) gum arab tidak mempengaruhi warna pada produk yang dihasilkan karena warna dari gum arab adalah putih kecoklatan, namun saat dilarutkan akan berwarna bening. Karagenan yang berwarna putih kekuningan dapat mengurangi nilai tingkat kemerahan (Purnomo *et al.* 2014). Semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka semakin rendah tingkat kemerahan pada enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Hal ini juga didukung oleh Purnomo *et al.* (2014) tentang pengaruh rasio kombinasi maltodekstrin, karagenan, dan whey terhadap mikroenkapsulasi pewarna alami daun jati, penambahan karagenan mempengaruhi tingkat kemerahan pada enkapsulat pewarna alami daun jati yang didapat nilai tertinggi pada bubuk enkapsulat tanpa penyalut.

Tingkat kekuningan (b^*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kekuningan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata tingkat kecerahan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kekuningan (b^*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop tertinggi diperoleh dari perlakuan GK1 (Karagenan) yaitu sebesar $18,36 \pm 0,916$, sedangkan nilai terendah tingkat kekuningan (b^*) diperoleh dari perlakuan GK0 (Gum arab) yaitu sebesar $11,88 \pm 1,355$. Semakin tinggi penambahan bahan penyalut karagenan maka tingkat kekuningan semakin tinggi. Peningkatan tingkat kekuningan (b^*) dipengaruhi oleh konsentrasi karagenan pada produk enkapsulat yang meningkat pada setiap

perlakuan yang dapat memudahkan warna merah. Karagenan memiliki warna putih kekuningan sehingga dapat menambah nilai kekuningan (Purnomo *et al.* 2014). Semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka semakin tinggi tingkat kekuningan pada enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Hal ini juga didukung oleh penelitian Purnomo *et al.* (2014) tentang pengaruh rasio kombinasi maltodekstrin, karagenan, dan whey terhadap mikroenkapsulasi pewarna alami daun jati, penambahan karagenan mempengaruhi tingkat kekuningan pada enkapsulat pewarna alami daun jati yang didapat nilai tertinggi didapat pada perlakuan maltodekstrin dan karagenan (2:1).

Tabel 9. Nilai rata-rata tingkat kekuningan (b^*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut.

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Tingkat Kekuningan (b^*)
GK0 (Gum Arab)	$11,21 \pm 0,781$ e
GK1 (Karagenan)	$18,36 \pm 0,916$ a
GK2 (1 : 1)	$17,40 \pm 0,584$ ab
GK3 (1 : 1,5)	$15,73 \pm 0,858$ bc
GK4 (1 : 2)	$14,43 \pm 0,817$ cd
GK5 (1 : 2,5)	$12,36 \pm 0,719$ de
GK6 (1 : 3)	$12,57 \pm 0,691$ de

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Kapasitas antioksidan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan penyalut berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap kapasitas antioksidan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g)

enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop pada perlakuan perbandingan bahan penyalut.

Perbandingan Gum Arab (G) dan Karagenan (K)	Kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g)
GK0 (Gum Arab)	31,83±1,857 e
GK1 (Karagenan)	69,02±0,563 c
GK2 (1 : 1)	78,88±0,369 a
GK3 (1 : 1,5)	72,18±0,139 b
GK4 (1 : 2)	80,13±0,369 a
GK5 (1 : 2,5)	73,63±0,402 b
GK6 (1 : 3)	54,94±0,161 d

Keterangan : Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji BNJ dengan taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kapasitas antioksidan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop tertinggi diperoleh pada perlakuan GK4 (1:2) yaitu sebesar 80,13±0,369 mg GAEAC/g, sedangkan nilai rata-rata terendah kapasitas antioksidan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop diperoleh pada perlakuan GK0 (Gum arab) yaitu sebesar 31,83±1,857 mg GAEAC/g. Nilai kapasitas antioksidan enkapsulat ini terkait dengan kadar total betasianin yang dihasilkan. Kadar total betasianin enkapsulat yang tinggi akan menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi pula. Penambahan penyalut sangat mempengaruhi stabilitas aktivitas antioksidan. Penyalut dapat melindungi senyawa-senyawa antioksidan pada sampel, sehingga selama proses *Thin Layer Drying* dapat meminimalisir kerusakan antioksidan (Purnomo *et al.*, 2014). Pada penelitian ini perbandingan gum arab dan karagenan 1:2 mampu melindungi betasianin dengan maksimal pada enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Pada penelitian ini kapasitas antioksidan mengalami penurunan terendah yaitu pada perlakuan gum arab. Hal ini didukung oleh penelitian oleh Sukatiningsih

(2014) tentang enkapsulasi ekstrak antioksidan kulit buah kopi menyatakan bahwa perbandingan bahan penyalut berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan didapat nilai tertinggi pada perbandingan gum arab dan tapioka teroksidasi (10:90) sebesar 60.25±0.0190%.

Indeks Efektifitas

Uji indeks efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop. Variabel yang digunakan pada pengujian ini adalah kadar total betasianin, kadar betasianin permukaan, efisiensi enkapsulasi, intensitas warna (L, a*, b*), rendemen, kadar air, kelarutan, dan kapasitas antioksidan.

Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan jumlah nilai hasil tertinggi. Tabel 11 menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan jenis bahan penyalut gum arab dan karagenan (1:2) memiliki nilai tertinggi yaitu 0,58 sehingga merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

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

1. Perlakuan perbandingan gum arab dan karagenan berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kelarutan, kadar total betasianin, kadar betasianin permukaan, efisiensi enkapsulasi, tingkat kecerahan (L), tingkat kemerahan (a*), tingkat kekuningan (b*), dan kapasitas antioksidan.
2. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop adalah perbandingan gum arab dan karagenan (1:2) dengan karakteristik rendemen 93,51%, kadar air 10,35%, kelarutan 41,75%, kadar total betasianin

233,75 mg/100g, kadar betasianin permukaan 47,361 mg/100g, efisiensi enkapsulasi 79,72%, tingkat kecerahan (L^*) 27,66, tingkat kemerahan (a^*) 17,37, tingkat kekuningan (b^*) 14,43, dan kapasitas antioksidan 80,13 mg GAEAC/g.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan enkapsulan lain dengan perbandingan konsentrasi yang berbeda untuk mendapatkan hasil enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenop yang terbaik dan perlu dilakukan penelitian lanjut yang langsung diaplikasikan ke dalam bahan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antares, A., N. M. Wartini, dan L. P. Wrsiati. 2017. Karakteristik kapsul ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) menggunakan penyalut maltodekstrin dan karaginan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*. 2(2):220-226.
- AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis* (15th Ed.) K. Helrich. Virginia.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181(4617):1199-1200.
- Budihartini, N. K. Sri. 2021. Karakteristik Mikrokapsul Pewarna Fungsional dari Ekstrak Bekatul Beras Hitam Pada Perbandingan Gelatin dan Maltodekstrin dan Aplikasinya Pada Produk Pangan. Tesis. Tidak dipublikasikan. Program Studi Magister Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian. Universitas Udayana, Bali.
- Christiana, M. A., L. E. Radiati, dan Purwadi. 2015. Pengaruh gum arab pada minuman madu sari apel ditinjau dari mutu organoleptik, warna, pH, viskositas, dan kekeruhan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 10(2):46-53
- Deladino, L., P.S. Anbinder, A.S Navarro, dan M.N. Martino. 2008. Encapsulation of natural antioxidants extracted from *Ilex paraguariensis*. *Carbohydrate Polymers*. 71(1): 126-134.
- Eder, R. 1996. *Handbook of Food Analysis*, Volume I. Marcel Dekker Inc, New York.
- Elida, Mutia, Gusmalini, dan I. A. Saufani. 2020. Sintasan dan viabilitas biokapsul probiotik *Lb paracasei ssp paracesei M13* hasil ekstruksi dengan karagenan-skim. *Prosiding Semhas Pertanian* 2020.19(2):136-144
- Endang, S., dan Prasetyastuti. 2010. Pengaruh pemberian juice lidah buaya (*Aloe vera* L.) terhadap kadar lipid peroksida (mda) pada tikus putih jantan hiperlipidemia. *Jurnal Farmasi Kedokteran* 3(1):353-362.
- Ernawati, S. 2010. Stabilitas Sediaan Bubuk Pewarna Alami dari Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) yang Diproduksi dengan Metode Spray Drying dan Tray Drying. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Fikri, Z., N.M. Wartini, dan L.P Wrsiati. 2020. Karakteristik ekstrak pewarna alami bunga kenop (*Gomphrena globosa* L.) pada perlakuan jenis pelarut dan suhu ekstraksi serta korelasi antar variabel. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(3) : 460-471.
- Gardjito, M., A. Murdiati, N. Aini. 2006. Mikroenkapsulasi β -karoten buah labu kuning dengan enkapsulan whey dan karbohidrat. *Jurnal Teknologi Pertanian* 2 (1):13-18.
- Ginting, R.Br., N.M. Wartini, dan L.P. Wrsiati. 2020. Karakteristik ekstrak

- pewarna alami bunga kenop (*Gomphrena globosa* L.) pada perlakuan ukuran partikel dan lama maserasi serta korelasi antar variabel. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 8(3) : 448–459.
- Gusdinar, T., M. Singgih, S. Priatni, A. E. Sukmawati. 2011. Enkapsulasi dan stabilitas pigmen karotenoid dari *neurospora intermedia* n-1. *Jurnal manusia dan lingkungan* 18(3) : 206-211.
- Hasanah. 2011. Mikroenkapsulasi Biomassa *Porphyridium Cruentum*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Herbach, K.M., F. C. Stintzing dan R. Carle. 2006. Betalain stability and degradation structural and chromatic aspects. *Journal of Food Science*. 71(4):41-50.
- Lestari, P. D. A., L.P. Wrasianti, dan N.P. Suwariani. 2019. Karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna fungsional bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada perlakuan perbandingan kasein-maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(4) : 509-520.
- Masters, K. 1979. *Spray Dryer Handbook*. John Wiley and Sons, New York.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2012. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan. Berita Negara RI Tahunan. Jakarta.
- Mohamed, E. E., S. Iwamoto, R. Yamauchi. 2018. Optimization of betalain extraction from *Salicornia fruticosa* and its encapsulation. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 2018. 24 (1) : 1-8
- Mustikawati, L. 1998. Mikroenkapsulasi Konsentrat Asam Lemak Omega-3 dari Minyak Limbah Pengalengan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) dengan Metode Koaservasi Komplek. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nuada, I. K. A., N. M. Wartini, dan L. Suhendra. 2020. Karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir (*Tagetes erecta* L.) pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(3) : 435-447.
- Nurbaya, S. R. 2017. Mikroenkapsulasi Ekstrak Betasianin dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Menggunakan Bahan Penyalut Maltodekstrin yang Dikombinasikan dengan Gum Arab, CMC, dan Karagenan. Tesis S2. Tidak dipublikasikan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Palupi, N. W., P.K.J. Setiadi, dan S. Yuwanti. 2014. Enkapsulasi cabai merah dengan teknik coacervation menggunakan alginat yang disubstitusi dengan tapioka terfotooksidasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(3) : 87-93.
- Prihastuti, D. dan M. Abdassah. 2019. Karagenan dan aplikasinya di bidang farmasetika. *Majalah Farmasetika*. 4(5) : 146-154.
- Purnomo, W., Khasanah, L.U., dan Anindito, R.B.K. 2014. Pengaruh ratio kombinasi maltodekstrin, karagenan dan whey terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*Tectona grandis* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(3):121-129

- Rahardjo, P.A.C. 2018. Karakteristik Fisikokimia Serbuk Pewarna Alami dari Kubis Merah (*Brassica oleracea* L.) Hasil *Cabinet Drying* dan *Freeze Drying* dengan Variasi Konsentrasi Maltodekstrin dan Isolat Protein Kedelai. Skripsi S1. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Romenda, A. P., Pramesti, R., Susanto, A. B. 2013. Pengaruh perbedaan jenis dan konsentrasi larutan alkali terhadap kekuatan gel dan viskositas karagenan (*Kappaphycus alvarezii*). Doty. J. of Marine Research, 2 (1) : 127-133.
- Roriz, C.L., S.A. Heleno, M. Caroch, P. Rodrigues, J. Pinela, M.I. Dias, & I.C.F.R. Ferreira. 2020. Betacyanins from *Gomphrena globose* L. flowers: Incorporation in cookies as natural colouring agents. Food Chemistry. 329(2020) : 127-178.
- Silitonga, P. dan B. Sitorus. 2014. Enkapsulasi Pigmen Antosianin dari Kulit Terong Ungu. Jurnal Kimia Khatulistiwa. 3(1) : 44-49.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhandri. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta
- Sukatningsih. 2014. Enkapsulasi Ekstrak Antioksidan Kulit Buah Kopi Dengan Menggunakan Kombinasi Gum Arab dan Tapioka Teroksidasi Sebagai Bahan Pengkapsul. Hibah Unggulan. Universitas Jember, Jember.
- Suryani, R. 2017. Isolasi Zat Warna (Antosianin) Alami dari Buah Senduduk Akar (*Melastoma malabathricum* L.) dengan Metode Ekstraksi Maserasi Menggunakan Pelarut Etanol. Laporan Akhir. Tidak dipublikasikan. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Wartini, N.M. dan G.P.G. Putra. 2018. Karakteristik enkapsulat pewarna buah pandan pada perlakuan jenis dan konsentrasi enkapsulan. Media Ilmiah Teknologi Pangan. 5(2) : 139–148.
- Weaver, C. 1996. The Food Chemistry Laboratory. CRC Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo.
- Wijayakusuma, H. 2000. Ensiklopedia milenium: Bunga-bunga (Vol. 1). Gema Insani, Jakarta.
- Winarno, F. G. dan R.T. Sulistyowati. 1994. Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan. Gramedia, Jakarta.
- Wulandari, Novita. 2018. Pengaruh Penambahan Gum Arab dan Karagenan Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensoris Fruit Leather Labu Kuning (*Cucurbita moschata* Durh). Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Yogaswara, I. B., N.M. Wartini, dan L.P. Wrsiati. 2017. Karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) pada perlakuan enkapsulan gelatin dan maltodekstrin. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 5(4) : 31-40.

Tabel 11. Hasil uji indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik pada proses enkapsulasi ekstrak pewarna bunga kenop.

Perlakuan	Variabel											Jumlah
	Rendemen	Kadar Air	Kelarutan	Kadar Betasianin Total	Kadar Betasianin Permukaan	Efisiensi Enkapsulasi	(L)	(a*)	(b*)	Kapasitas Antioksidan		
GK0	BV	4,8	5,6	7,4	7,8	6,6	7,4	5,4	5,8	4,4	6,4	
	BN	0,077	0,090	0,120	0,126	0,107	0,120	0,087	0,094	0,071	0,103	
GK1	Ne	0,00	0,00	1,00	0,00	0,76	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
	Nh	0,00	0,00	0,12	0,00	0,08	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,30
GK2	Ne	0,60	1,00	0,00	0,35	1,00	0,05	1,00	0,00	1,00	0,77	
	Nh	0,05	0,09	0,00	0,04	0,11	0,01	0,09	0,00	0,07	0,08	0,53
GK3	Ne	0,35	0,11	0,45	0,25	0,17	0,71	0,16	0,78	0,87	0,97	
	Nh	0,03	0,01	0,05	0,03	0,02	0,08	0,01	0,07	0,06	0,10	0,48
GK4	Ne	0,65	0,27	0,37	0,13	0,50	0,35	0,44	0,53	0,63	0,84	
	Nh	0,05	0,02	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,09	0,45
GK5	Ne	0,40	0,38	0,16	1,00	0,00	1,00	0,55	0,44	0,45	1,00	
	Nh	0,03	0,03	0,02	0,13	0,00	0,12	0,05	0,04	0,03	0,10	0,56
GK6	Ne	0,50	0,67	0,12	0,47	0,22	0,73	0,51	0,32	0,16	0,87	
	Nh	0,04	0,06	0,01	0,06	0,02	0,09	0,04	0,03	0,01	0,09	0,46
GK6	Ne	1,00	0,85	0,06	0,68	0,31	0,73	0,82	0,19	0,19	0,48	
	Nh	0,08	0,08	0,01	0,09	0,03	0,09	0,07	0,02	0,01	0,05	0,52

Keterangan :
 Ne = Nilai efektifitas
 Nh = Nilai hasil (Ne x BN)
 BV = Bobot variabel
 BN = Bobot normal
 GK0 = Gum Arab
 GK1 = Karagenan
 GK2 = (1 : 1)
 GK3 = (1 : 1,5)
 GK4 = (1 : 2)
 GK5 = (1 : 2,5)
 GK6 = (1 : 3)
 (L) = Tingkat kecerahan
 (a*) = Tingkat kemerahan
 (b*) = Tingkat kekuningan