

Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Pewarna Bunga Kenikir
(*Tagetes erecta* L.) pada Perlakuan Perbandingan
Kasein dan Maltodekstrin

*Characteristic Of Encapsulat Marigold Flower Dye Extract (Tagetes Erecta L.) In The
Comparison Of Casein And Maltodextrin*

I Kadek Agus Nuada, Ni Made Wartini*, Lutfi Suhendra

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

Diterima 17 April 2020 / Disetujui 27 Juli 2020

ABSTRAK

Bunga kenikir dapat digunakan sebagai pewarna alami yang mengandung karotenoid melalui proses ekstraksi dan enkapsulasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak bunga kenikir dan menentukan perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin terbaik untuk mendapatkan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir. Percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin, yang terdiri dari 5 taraf yaitu (1: 1.0), (1: 1.5), (1: 2.0), (1: 2.5), dan (1: 3.0). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air, kadar karotenoid total, kadar karotenoid permukaan, kelarutan, tingkat kecerahan, tingkat kemerahan, tingkat kekuningan, dan efisiensi enkapsulasi. Perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1: 2.0 adalah perlakuan terbaik untuk menghasilkan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dengan karakteristik rendemen $91,45 \pm 0,19$ %, kadar air $5,29 \pm 0,04$ %, total karotenoid $0,46 \pm 0,00$ %, karotenoid permukaan $0,22 \pm 0,00$ %, efisiensi enkapsulasi $52,40 \pm 1,40$ %, kelarutan $80,81 \pm 0,07$ %, tingkat kecerahan $49,27 \pm 1,40$, tingkat kemerahan $26,07 \pm 0,02$, dan tingkat kekuningan $38,71 \pm 0,18$.

Kata kunci: *Tagetes erecta* L, kasein, maltodekstrin, enkapsulasi

ABSTRACT

Tagetes erecta L flower can be used as dyes containing carotenoids by means of the extraction and encapsulation process. The purposes of this study were to know the effect of casein and maltodextrin comparison treatment on the characteristics of T. erecta L. flower extract encapsulation and to determine the best casein and maltodextrin ratio treatment to obtain encapsulation of T. erecta L. flower coloring extract. The experiment in this study used randomized block design with casein and maltodextrin comparison treatment, which consisted of 5 levels (1: 1.0), (1: 1.5), (1: 2.0), (1: 2.5), and (1: 3.0). The results showed that the casein and maltodextrin ratio had a very significant effect ($P < 0.01$) on yield, water content, total carotenoid levels, surface carotenoid levels, solubility, brightness, redness level, yellowish level, and encapsulation efficiency. The casein and maltodextrin 1: 2.0 ratio was the

*Korespondensi Penulis:

Email: md_wartini@unud.ac.id

best treatment to produce encapsulate T. erecta L. dye extract with a yield of 91.45 ± 0.19 %, water content of 5.29 ± 0.04 %, total carotenoid $0,46 \pm 0,00$ %, surface kerotenoid $0,22 \pm 0,00$ %, encapsulation efficiency 52.40 ± 1.40 %, solubility 80.81 ± 0.07 %, brightness level 49.27 ± 1.40 , a reddish level of 26.07 ± 0.02 , and a yellowish level of 38.71 ± 0.18 .

Keywords: *Tagetes erecta L, casein, maltodextrin, encapsulation.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumber daya alam yang berlimpah. Pemanfaatan tanaman selain sebagai bahan baku produk makanan, juga sebagai bahan baku pembuatan pewarna makanan, penambah cita rasa dan sebagai obat-obatan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah tumbuhan bunga kenikir marigold (*T. erecta L.*). Pigmen yang terdapat pada bunga kenikir marigold digunakan untuk pewarna makanan (Priyanka *et al.*, 2013). Ekstrak bunga kenikir mengandung sekitar 27% pigmen karotenoid atau khusus untuk mahkota kenikir mengandung karotenoid sekitar 200 kali lebih besar dari karotenoid yang dikandung oleh jagung (Vasudevan *et al.*, 1997).

Pewarna dari bunga kenikir didapat melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut dan biasanya menghasilkan ekstrak pewarna dalam bentuk cair. Beberapa penelitian tentang ekstraksi bunga kenikir telah dilakukan sebelumnya. Arisyanti *et al.* (2017) meneliti tentang rendemen dan karakteristik ekstrak pewarna bunga kenikir (*T. erecta L.*) pada perlakuan jenis pelarut dan lama ekstraksi. Pada penelitian tersebut diperoleh hasil terbaik dengan menggunakan pelarut n-heksana dan lama ekstraksi selama 36 jam dengan nilai rendemen sebesar 9,68% dan kadar total karotenoid 18,03%. Yanti *et al.* (2019) menyatakan bahwa ukuran partikel dan suhu ekstraksi berpengaruh terhadap karakteristik ekstrak pewarna alami bunga kenikir (*T. erecta L.*), demikian juga

perbandingan bahan dan pelarut (Devi *et al.*, 2019)

Sediaan pewarna berbentuk cair memiliki beberapa kekurangan yaitu pada umur simpannya, kepraktisan penyimpanan, dan ketahanan warnanya sehingga perlu dilakukan proses enkapsulasi untuk melindungi senyawa aktif yang terkandung di dalam pewarna tersebut (Deladino *et al.*, 2008). Enkapsulasi merupakan proses penyalutan bahan inti berbentuk cair atau padat menggunakan suatu enkapsulan khusus yang membuat partikel - partikel inti mempunyai sifat fisikokimia yang diinginkan (Deladino *et al.*, 2008).

Beberapa penelitian tentang enkapsulasi telah dilakukan sebelumnya. Yogaswara *et al.* (2017) menyatakan bahwa perbandingan gelatin dan maltodekstrin 1 : 2,0 menghasilkan nilai efisiensi enkapsulasi sebesar 64,93%. Lestari *et al.* (2019) menyatakan bahwa karakteristik enkapsulat ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1 : 0,5 dengan nilai efisiensi enkapsulasi 82,37%. Penelitian Antares *et al.* (2017) tentang karakteristik kapsulat ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) dihasilkan bahwa proses enkapsulasi terbaik pada perbandingan maltodekstrin dan karagenan 4,75:0,25 dengan nilai efisiensi enkapsulasi 70,89%.

Uraian di atas menunjukkan bahwa, perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dengan perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan perbandingan kasein

dan maltodekstrin terhadap karakteristik enkapsulat ekstrak bunga kenikir dan menentukan perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin terbaik untuk mendapatkan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu. Pelaksanaan penelitian dilakukan dari Agustus sampai dengan Oktober 2019.

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang digunakan yaitu bunga kenikir (*T. erecta* L.) dengan kriteria bunga mekar warna oranye terang dan diameter bunga 6-8 cm yang diperoleh dari Desa Sibang Gede, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung, Bali. Sedangkan bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu akuabides, asam laktat, pelarut untuk ekstraksi yaitu n-heksana yang bersifat teknis, dan bahan kimia untuk analisis yang *pro analysis* (pa) (E. Merck) yaitu petroleum benzena, aseton, Na₂SO₄ anhidrat dan standar β-karoten. Bahan yang digunakan yaitu penyalut maltodekstrin dan susu skim bubuk (NZMP).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *spektrofotometer* (UV-VIS), tabung reaksi (Iwaki), labu ukur, pipet tetes, *beaker glass*, *hot plate*, erlenmeyer, gelas ukur, timbangan analitik (Shimadzu ATY224), *homogenezier* (Branson Digital Sonifer), *rotary evaporator vacuum* (Janke & Kunkel RV 06 – ML, oven (Blue M OV-520C-2), inkubator (MEMMERT INCO 2), blender (Philips), pipet volume, ayakan 60 *mesh*,) kertas Whatman No.1, cawan petri, aluminium foil, tisu, botol sampel, pisau, termometer, kertas saring kasar, spatula, kertas, label.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan penelitian percobaan yang dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang dicoba adalah perbandingan antara kasein (K) dan maltodekstrin (M) yang terdiri atas 5 taraf yaitu KM1 (1 : 1,0), KM2 (1 : 1,5), KM3 (1 : 2,0), KM4 (1 : 2,5), dan KM5 (1:3,0). Masing-masing percobaan dilakukan pada tiga kelompok berdasarkan waktu pengerjaannya sehingga keseluruhan diperoleh 15 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam dan bila perlakuan berpengaruh, maka analisis perbedaan antara taraf perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Perlakuan terbaik ditentukan dengan uji indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984).

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bubuk bunga kenikir

Bunga kenikir disortasi untuk memilih warna mahkota bunga yang seragam dan dipisahkan dari tangkainya. Mahkota bunga direndam dengan larutan asam laktat (1,5%) selama 90 menit kemudian ditiriskan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50±5°C sampai mudah dihancurkan (kadar air ± 12 persen). Setelah itu diayak menggunakan ayakan 60 mesh sehingga diperoleh bubuk bunga kenikir yang siap untuk diekstraksi (Putra *et al.*, 2018).

Pembuatan ekstrak bunga kenikir

Pembuatan ekstrak bunga kenikir dilakukan dengan menimbang 50g bubuk bunga kenikir yang sudah diayak, dimasukkan ke dalam botol kaca gelap, kemudian ditambahkan pelarut n-heksana sebanyak 250 mL. Perbandingan bunga kenikir dengan n-heksana yaitu 1:5 (b/v). Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Selama ekstraksi larutan digojog setiap 12 jam sekali selama ±1 menit secara manual, sehingga diperoleh ekstrak bercampur pelarut. Selanjutnya ekstrak disaring menggunakan kertas saring kasar yang menghasilkan filtrat I dan ampas.

Ampas dibilas dengan pelarut sebanyak 50 mL dan disaring dengan kertas saring kasar dan menghasilkan filtrat II. Filtrat I dan II dicampur dan disaring dengan kertas saring Whatman No. 1. Filtrat selanjutnya dievaporasi dengan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 40°C dengan tekanan 100 mBar untuk menghilangkan pelarut. Evaporasi dihentikan sampai semua pelarut habis menguap yang ditandai dengan pelarut tidak menetes lagi. Ekstrak kental yang diperoleh ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam botol gelap sebelum digunakan untuk proses enkapsulasi (Aristyanti *et al.*, 2017).

Pembuatan enkapsulat ekstrak bunga kenikir

Larutan enkapsulan dibuat sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 10%. Kasein dan maltodekstrin ditimbang sesuai perlakuan (1:1,0; 1:1,5; 1:2,0; 1:2,5 dan 1:3,0) ditambah akuabides sampai 50 mL. Larutan diaduk menggunakan *magnetik stirrer* sampai larut, ditambahkan ekstrak bunga kenikir sebanyak 1% dari volume larutan enkapsulan dan langsung dihomogenasi dengan alat *homogenezier* selama 30 menit. Setelah dihomogenasi, larutan enkapsulan dituang ke dalam cawan petri dengan ketebalan ± 3 mm. Selanjutnya dikeringkan pada suhu 50±5°C sampai mudah dilepaskan dari cawan petri sekitar 13 jam. Setelah itu dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan 40 mesh (Yogaswara *et al.*, 2017).

Variabel yang Diamati

Rendemen

Rendemen enkapsulat ekstrak bunga kenikir dihitung menurut Sudarmadji *et al.* (1997). Rumus perhitungan rendemen ekstrak dan enkapsulat adalah sebagai berikut:

$$R (\%) = \frac{BE (g)}{BEE (g)} \times 100\%$$

Keterangan:

- R : Rendemen
- BE : Berat enkapsulat
- BEE : Berat enkapsulan dan ekstrak

Kadar Air

Kadar air enkapsulat ekstrak bunga kenikir dilakukan menurut Sudarmadji *et al.* (1997). Botol timbang dikeringkan terlebih dahulu selama 1 jam dalam oven pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator dan kemudian beratnya ditimbang lalu ditambahkan sampel seberat 2 g (a), dimasukkan ke dalam botol timbang, kemudian dikeringkan ke dalam oven selama 4 jam pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang kembali. Pengovenan dan penimbangan ini diulang sampai dicapai berat konstan (b). Adapun rumus penentuan kadar air sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\% bb)} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Kadar total karotenoid

Analisis kandungan kadar total karotenoid menurut Muchtadi (1989) dilakukan dengan tahapan pembuatan kurva standar dan analisis sampel.

Pembuatan kurva standar

Kurva standar dibuat dengan menimbang 25 mg β-karoten murni kemudian dilarutkan dalam 0,25 mL kloroform dan diencerkan menjadi 25 mL dengan petroleum benzena. Larutan kemudian dibagi sebanyak 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 dan 3 mL ke dalam tabung reaksi yang terpisah dan ditambahkan dengan 0,3 mL aseton. Larutan kemudian diencerkan sampai tanda tera 10 mL dengan petroleum benzene sehingga diperoleh konsentrasi standar β-karoten 0,005, 0,01, 0,015, 0,02, 0,025 dan 0,03 mg/mL. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 450 nm dengan menggunakan 0,3 ml aseton yang diencerkan dengan petroleum benzena sebagai blanko kemudian grafik dibuat untuk menghubungkan antara absorbansi dengan konsentrasi β-karoten.

Analisis sampel

Analisis sampel sekitar 0,1 g yang dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan pelarut 5 mL

petroleum benzena dan 5 mL aseton kemudian divortex, bagian yang bening (supernatan) ditampung dalam tabung reaksi. Supernatan dimasukkan ke dalam tabung pemisah dan dibilas dengan akuades sebanyak 45 mL. Air pembilas dibuang dan bagian atas (berwarna) ditampung dalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 g Na₂SO₄ kemudian divortex. Bagian bening diambil dan endapan dibuang dan ditambahkan petroleum benzena sampai volume 5 mL kemudian diukur absorbansi pada panjang gelombang 450 nm. Penentuan kadar total karotenoid dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$A = \frac{X \frac{\text{mg}}{\text{ml}} \times \text{fp} \times 100\%}{\text{konsentrasi sampel} \left(\frac{\text{mg}}{\text{ml}} \right)}$$

Keterangan:

A : Kadar Total Karotenoid (% bk)

X : Hasil yang diperoleh dari persamaan regresi kurva standar

fp : Faktor pengencer

Karotenoid permukaan

Analisis karotenoid permukaan menurut Hidayat (2015) dilakukan dengan menimbang 50 mg bubuk enkapsulat, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 mL kemudian ditambahkan akuades 2,5 mL dan diekstrak dengan benzena 5 mL. Selanjutnya diaduk selama 15 detik dengan kecepatan 100 rpm kemudian disentrifuge selama 1 menit dengan kecepatan 1000 rpm. Sampel di absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 450 nm. Absorbansi yang terbaca kemudian dimasukkan ke dalam kurva standar β-karoten.

$$KP = \frac{X \frac{\text{mg}}{\text{ml}} \times \text{fp} \times 100\%}{\text{konsentrasi sampel} \left(\frac{\text{mg}}{\text{ml}} \right)}$$

Keterangan:

KP : Kadar karotenoid permukaan (% bk)

X : Hasil yang diperoleh dari persamaan regresi kurva standar

fp : Faktor pengencer

Efisiensi enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi menurut Rosanita (2014) dilakukan untuk mengukur

keefektifan proses enkapsulasi. Efisiensi enkapsulan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% EE = \frac{(KT - KP)}{KT} \times 100\%$$

Keterangan:

EE : Efisiensi Enkapsulasi

KT : Karoten Total

KP : Karoten Permukaan

Kelarutan

Analisis kelarutan menurut AOAC (1984) dilakukan dengan cara sebagai berikut : ditimbang sebanyak 1 g (a) dan dilarutkan dalam 50 mL air destilat kemudian disaring kertas saring Whatman No. 1. Sebelum digunakan, kertas saring dikeringkan dalam oven 105°C selama 30 menit dan ditimbang (b). Setelah penyaringan, kertas saring dikeringkan kembali dalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C. Setelah itu, kertas saring didinginkan di desikator kemudian ditimbang sampai tercapai bobot tetap (c).

$$K = 100\% - \left(\frac{(c-b)}{\left\{ \left[\frac{100-KA}{100} \right] \times a \right\}} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

K : Kelarutan (% bb)

a : Berat sampel

b : Berat kertas saring

c : Berat kertas saring dan sampel

KA: Kadar air enkapsulat

Intensitas warna

Pengujian intensitas warna menurut Weaver (1996) dilakukan dengan menggunakan alat *Colour Reader*. Enkapsulat ekstrak bunga kenikir yang akan diuji dibungkus dengan plastik transparan. Sampel ditempelkan pada alat *Colour Reader*. Ditekan tombol *Power on* pada alat *Colour Reader*. Hasil yang diperoleh meliputi L* (*lightness*), a* (*redness*) dan b* (*yellowness*) dengan skala -100 sampai +100. Nilai L* menunjukkan intensitas gelap-terang, a* menunjukkan intensitas warna hijau-merah, dan b* menunjukkan intensitas warna biru-kuning.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir. Nilai rata-rata rendemen enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	$91,05 \pm 0,07^d$
1:1,5	$91,30 \pm 0,13^c$
1:2,0	$91,41 \pm 0,19^c$
1:2,5	$91,93 \pm 0,04^b$
1:3,0	$92,64 \pm 0,06^a$

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata $92,64 \pm 0,06\%$ dan rendemen terendah pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:1,0 dengan nilai rata-rata $91,05 \pm 0,07\%$. Hal ini dikarenakan jumlah enkapsulan sangat berperan terhadap rendemen produk terenkapsulasi dan jumlah maltodekstrin yang lebih banyak akan lebih mampu melakukan interaksi terhadap fraksi yang dikapsulkan. Semakin banyak jumlah maltodekstrin maka akan semakin besar total padatan yang diperoleh (Endang dan Prasetyastuti, 2010). Hasil yang diperoleh sesuai dengan pernyataan Hustiany (2006), semakin besar jumlah maltodekstrin pada enkapsulasi maka semakin besar pula rendemen produk terenkapsulasi.

Kadar air

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir. Pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:1 menghasilkan kadar air paling tinggi dengan nilai rata-rata 5,63% sedangkan pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3 menghasilkan kadar air terendah yaitu sebesar 5,08%. Penambahan konsentrasi maltodekstrin yang lebih banyak dapat menurunkan kadar air pada produk. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Abbas (2006), menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enkapsulan maltodekstrin maupun dekstrin maka kadar air bubuk pewarna buah buni semakin menurun. Menurut Stephen (1995), maltodekstrin memiliki struktur molekul yang sederhana, sehingga air yang terkandung dapat dengan mudah dikeluarkan pada proses pengeringan. Selain itu semakin banyak penambahan campuran maltodekstrin dan kasein maka semakin luas permukaan. Nilai rata-rata kadar air enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar air (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	$5,63 \pm 0,02^a$
1:1,5	$5,43 \pm 0,02^b$
1:2,0	$5,29 \pm 0,04^c$
1:2,5	$5,14 \pm 0,03^d$
1:3,0	$5,08 \pm 0,01^e$

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Kadar total karotenoid

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar total karotenoid (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	0,43 ± 0,00 ^c
1:1,5	0,44 ± 0,00 ^b
1:2,0	0,46 ± 0,00 ^a
1:2,5	0,42 ± 0,00 ^d
1:3,0	0,41 ± 0,00 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 3 menunjukkan total karotenoid tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 dengan nilai rata-rata 0,46% dan total karotenoid terendah diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata 0,41%. Kadar total karotenoid yang tinggi menandakan proses enkapsulasi terjadi secara maksimal. Proses enkapsulasi dikatakan maksimal jika kandungan karotenoid yang terdapat pada enkapsulat tinggi. Karena tujuan dari enkapsulasi adalah melindungi bahan inti dari faktor-faktor yang dapat menurunkan kualitas bahan tersebut (Rosenberg *et al.*, 1990). Pada penelitian ini perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 mampu melindungi bahan inti dengan maksimal pada enkapsulat ekstrak bunga kenikir karena maltodekstrin dapat berbentuk matriks yang dapat melindungi karena memiliki partikel-partikel aktif yang saling terintegrasi dalam matriks penyalut. Kalsium fosfat dan gugus hidrofobik pada

terhadap kadar total karotenoid enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir. Nilai rata-rata kadar total karotenoid enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 3.

kasein mampu menstabilkan dan mengikat matriks sehingga bahan inti terkapsul dengan baik. Hal ini juga didukung oleh Yogaswara *et al.* (2017) tentang perbandingan bahan enkapsulan terhadap karakteristik enkapsulat pewarna buah pandan pada perbandingan gelatin dan maltodekstrin yang memperoleh total karotenoid tertinggi didapat pada perlakuan GM3 (1:2,0) dengan nilai rata-rata 1336,84%.

Pada perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,5 dan 1:3,0 mengalami penurunan kadar total karotenoid karena jumlah maltodekstrin yang banyak menyebabkan kemampuan melindungi bahan inti menjadi menurun. Konsentrasi maltodekstrin yang tinggi mengakibatkan tingkat pengikat yang rendah (Yogaswara, 2017).

Kadar karotenoid permukaan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar karotenoid permukaan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir. Nilai rata-rata kadar karotenoid permukaan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata kadar karotenoid permukaan (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	0,27 ± 0,00 ^c
1:1,5	0,26 ± 0,00 ^d
1:2,0	0,22 ± 0,00 ^e
1:2,5	0,28 ± 0,00 ^b

1:3,0 0,31 ± 0,00^a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tabel 4 menunjukkan kadar karotenoid permukaan tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata 0,31% dan kadar karotenoid permukaan terendah diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 dengan nilai rata-rata 0,22%. Karotenoid yang berada dipermukaan adalah hal yang tidak diharapkan dan menandakan proses enkapsulasi kurang maksimal (Gusdinar *et al.*, 2011). Pada penelitian ini perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 memiliki nilai rata-rata terendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini dikarenakan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 mampu membentuk matriks yang paling sesuai untuk melindungi senyawa karotenoid. Pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,5 dan 1:3,0 memiliki karotenoid permukaan yang tinggi karena konsentrasi yang meningkat mengakibatkan penurunan perlindungan pada bahan inti. Semakin rendah nilai fraksi yang di permukaan maka semakin maksimal proses enkapsulasi yang terjadi (Yogaswara *et al.*, 2017).

Efisiensi enkapsulasi

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap efisiensi enkapsulasi ekstrak pewarna bunga kenikir. Efisiensi enkapsulasi tertinggi diperoleh dari perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 dengan nilai rata-rata sebesar 52,40% dan efisiensi terendah diperoleh dari perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata sebesar 25,17%.

Efisiensi dihitung berdasarkan perbandingan jumlah karotenoid yang

berada di dalam enkapsulat dengan karotenoid total dalam enkapsulat yang digunakan dalam proses. Efisiensi yang tinggi menunjukkan tingginya jumlah fraksi yang terkapsulkan dan tingginya persentase dari efisiensi enkapsulasi menandakan proses enkapsulasi yang terjadi bekerja secara maksimal (Mustikawati, 1998). Hal ini juga didukung oleh Yogaswara *et al.* (2017) tentang perbandingan gelatin dan maltodekstrin terhadap karakteristik enkapsulat pewarna buah pandan yang menunjukkan efisiensi tertinggi pada perbandingan perlakuan KM3 1:2,0. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata efisiensi enkapsulasi (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	37,83 ± 0,18 ^c
1:1,5	41,70 ± 0,65 ^b
1:2,0	52,40 ± 1,40 ^a
1:2,5	35,29 ± 0,36 ^d
1:3,0	25,17 ± 0,54 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Kelarutan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kelarutan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir. Nilai rata-rata kelarutan enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan nilai rata-rata kelarutan tertinggi pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata 82,75% dan nilai rata-rata terendah diperoleh oleh

perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:1,0 dengan nilai rata-rata sebesar 77,81%. Nilai rata-rata kelarutan meningkat pada penambahan konsentrasi maltodekstrin. Hal ini karena kelarutan suatu bahan dipengaruhi oleh kadar air bahan tersebut. Kadar air yang tinggi di dalam bahan menyebabkan bahan tersebut menjadi sulit menyebar dalam air karena bahan cenderung lekat sehingga tidak berbentuk pori-pori, yang mengakibatkan bahan tidak mampu menyerap air dalam jumlah yang besar. Bahan dengan kadar air yang tinggi juga memiliki permukaan yang sempit untuk dibasahi karena butirannya yang besar sehingga saling melekat diantara butiran tersebut (Gardjito *et al.*, 2006).

Tabel 6. Nilai rata-rata kelarutan (%) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	77,81 ± 0,01 ^e
1:1,5	79,64 ± 0,04 ^d
1:2,0	80,81 ± 0,07 ^c
1:2,5	82,38 ± 0,02 ^b
1:3,0	82,75 ± 0,01 ^a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Semakin tinggi konsentrasi kasein menyebabkan tingkat kelarutan semakin menurun karena protein susu dapat mengalami denaturasi pada suhu tinggi. Proses denaturasi yang berlebihan menyebabkan insolubilitasi sehingga mempengaruhi sifat fungsional protein yaitu menurunnya tingkat kelarutan (Usmiati *et al.*, 2010).

Intensitas warna (L^* a^* b^*)

Tingkat Kecerahan (L^*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kecerahan (L^*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir. Nilai rata-rata tingkat kecerahan (L^*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kecerahan (L^*) tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata 49,84 dan nilai rata-rata tingkat kecerahan (L^*) terendah terdapat pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:1,0 dengan nilai rata-rata 48,45. Pada penelitian ini tingkat kecerahan dipengaruhi oleh konsentrasi maltodekstrin yang semakin meningkat disetiap perlakuan. Konsentrasi maltodekstrin yang lebih banyak menyebabkan warna putih dari maltodekstrin mempengaruhi peningkatan kecerahan pada produk enkapsulasi (Ernawati *et al.*, 2014). Hal ini mengakibatkan warna merah gelap pada produk enkapsulasi menurun dan sebaliknya warna merah cerah meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Purnomo *et al.*, 2014).

Tabel 7. Nilai rata-rata tingkat kecerahan (L^*) enkapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	48,45 ± 0,06 ^e
1:1,5	48,75 ± 0,08 ^d
1:2,0	49,27 ± 0,01 ^c
1:2,5	49,60 ± 0,01 ^b
1:3,0	49,84 ± 0,06 ^a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tingkat Kemerahan (a^*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kemerahan (a^*) kapsul ekstrak pewarna bunga kenikir. Nilai rata-rata tingkat kemerahan (a^*) kapsul ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kemerahan (a^*) tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:1,0 dengan nilai rata-rata 26,77 dan nilai rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata 25,46. Pada penelitian ini terjadi penurunan tingkat kemerahan. Hal ini disebabkan maltodekstrin yang berwarna putih dapat mengurangi nilai kemerahan (Purnomo *et al.*, 2014).

Tabel 8. Nilai rata-rata tingkat kemerahan (a^*) kapsul ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	26,77 \pm 0,05 ^a
1:1,5	26,46 \pm 0,04 ^b
1:2,0	26,07 \pm 0,02 ^c
1:2,5	25,73 \pm 0,02 ^d
1:3,0	25,46 \pm 0,09 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Tingkat Kekuningan (b^*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kekuningan (b^*) kapsul ekstrak pewarna bunga kenikir. Nilai rata-rata tingkat kekuningan (b^*) kapsul ekstrak pewarna bunga kenikir dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kekuningan (b^*) tertinggi diperoleh pada perbandingan kasein dan

maltodekstrin 1:1,0 dengan nilai rata-rata 39,56 \pm 0,03 dan nilai rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0 dengan nilai rata-rata 38,12 \pm 0,11. Pada penelitian ini terjadi penurunan tingkat kekuningan dengan makin tingginya konsentrasi maltodekstrin. Hal ini disebabkan maltodekstrin yang berwarna putih dapat mengurangi tingkat kekuningan (Purnomo, 2014).

Tabel 9. Nilai rata-rata tingkat kekuningan (b^*) kapsul ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin

Perbandingan kasein dan maltodekstrin	Rata-rata
1:1,0	39,56 \pm 0,03 ^a
1:1,5	39,03 \pm 0,15 ^b
1:2,0	38,71 \pm 0,18 ^c
1:2,5	38,40 \pm 0,24 ^d
1:3,0	38,12 \pm 0,11 ^e

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Data merupakan rata-rata dari tiga kelompok pada masing-masing perlakuan.

Hasil uji indeks efektivitas

Penentuan perlakuan terbaik dalam menghasilkan kapsul ekstrak pewarna kenikir ditentukan berdasarkan metode indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984). Perlakuan terbaik untuk menghasilkan kapsul ekstrak pewarna bunga kenikir adalah perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 yang memiliki nilai tertinggi sebesar 0,71. Bobot variabel dari hasil kuisisioner yang diurutkan menurut prioritas dan kontribusi terhadap hasil produk oleh para ahli dari parameter rendemen, kadar air, kadar total karotenoid, kadar karotenoid permukaan, efisiensi enkapsulasi, kelarutan, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*), dan tingkat kekuningan (b^*). Hasil perhitungan uji efektivitas dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji efektivitas encapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin.

Perlakuan	Variabel										
	Rendemen	Kadar air	Kelarutan	Kadar Total karotenoid	Efisiensi enkapsulasi	Karotenoid permukaan	Tingkat Kecerahan (L*)	Tingkat Kemerahan (a*)	Tingkat Kekuningan (b*)	Jumlah	
	(BV)	5,00	4,40	6,80	7,20	8,00	4,80	3,60	3,80	3,60	47,20
	(BN)	0,11	0,09	0,14	0,15	0,17	0,10	0,08	0,08	0,08	1,00
KM 1	Ne	0,00	0,00	0,00	0,33	0,47	0,48	1,00	1,00	1,00	
	Nh	0,00	0,00	0,00	0,05	0,08	0,05	0,08	0,08	0,08	0,41
KM 2	Ne	0,24	0,37	0,37	0,52	0,61	0,59	0,79	0,76	0,63	
	Nh	0,03	0,03	0,05	0,08	0,10	0,06	0,06	0,06	0,05	0,53
KM 3	Ne	0,34	0,62	0,61	1,00	1,00	1,00	0,41	0,47	0,41	
	Nh	0,04	0,06	0,09	0,15	0,17	0,10	0,03	0,04	0,03	0,71
KM 4	Ne	0,84	0,90	0,92	0,14	0,37	0,41	0,18	0,20	0,19	
	Nh	0,09	0,08	0,13	0,02	0,06	0,04	0,01	0,02	0,01	0,48
KM 5	Ne	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Nh	0,11	0,09	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34

Keterangan:

BV = bobot variabel Ne = nilai efektivitas
 BN = bobot normal Nh = nilai hasil (Ne x BN)
 KM 1 = Perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:1,0
 KM 2 = Perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:1,5
 KM 3 = Perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0
 KM 4 = Perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,5
 KM 5 = Perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:3,0

52,40%, kelarutan 80,81%, tingkat kecerahan (L*) 49,27, tingkat kemerahan (a*) 26,07, dan tingkat kekuningan (b*) 38,71.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perbandingan kasein dan maltodekstrin berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen, kadar air, kadar karotenoid total, kadar karotenoid permukaan, efisiensi enkapsulasi, kelarutan, tingkat kecerahan (L*), tingkat kemerahan (a*), dan tingkat kekuningan (b*) pada encapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir.
2. Perbandingan kasein dan maltodekstrin 1:2,0 merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan encapsulat ekstrak pewarna bunga kenikir dengan karakteristik sebagai berikut: rendemen 91,41%, kadar air 5,29%, kadar total karotenoid 0,46%, kadar karotenoid permukaan 0,31%, efisiensi enkapsulasi

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi bahan encapsulan dan penggunaan jenis bahan emulsifier untuk meningkatkan nilai efisiensi enkapsulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. 2006. Karakteristik dan Stabilitas Pewarna Bubuk Buah Buni Dengan Pengering Semprot Kajian Variasi Konsentrasi Penambahan Dekstrin dan Maltodekstrin. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Departemen Teknologi dan Mekanisasi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Negeri Jember, Jember.
- Antares, A., N.M. Wartini, dan L.P. Wraswati. 2017. Karakteristik kapsul ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) menggunakan

- penyalut maltodekstrin dan karaginan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian* 2(2) : 229-226.
- AOAC, 1984. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Arini, N., D.W. Respatie dan S. Waluyo. 2015. Pengaruh takaran SP36 terhadap pertumbuhan, hasil dan kadar karoten bunga *Cosmos sulphureus cav.* dan *Tagetes erecta* L. di dataran rendah. *Vegetalika*. 4 (1):1-4.
- Arisyanti, N. P. P., N. M. Wartini, dan I. B. W. Gunam. 2017. Rendemen dan karakteristik ekstrak pewarna bunga kenikir (*Tagetes erecta* L.) pada perlakuan jenis pelarut dan lama ekstraksi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5 (3) : 13-23.
- Deladino, L., P.S. Anbinder, A.S Navarro, and M.N. Martino. 2008. Encapsulation of natural antioxidants extracted from *Ilex paraguariensis*. *Carbohydrate Polymers* 71: 126-134.
- De Garmo, E. D. G. Sullivan and J. R. Canada. 1984. *Engineering Economis*. Mc Millan Publishing Company, New York.
- Endang, SS 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, U. R., L. U. Khasanah., dan R. B. K. Anandito. 2014. Pengaruh variasi nilai dextrose equivalents (De) maltodekstrin terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*Tectona grandis* L.F.). *Jurnal Teknologi Pertanian*. (15) : 111-120.
- Gardjito, M., A. Murdiati., dan N. Aini. 2006. Mikroenkapsulasi β -karoten Buah Labu Kuning Dengan Enkapsulan Whey dan Karbohidrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(1):13-18.
- Gusdinar, T., M. Singgih., S. Priatni., dan A. E. Sukmawati. 2011. Enkapsulasi dan stabilitas pigmen karotenoid dari *Neurospora intermedia* N-1. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 18(3) : 206-211.
- Hidayat, T. 2015. Kitosan-Pektin Menggunakan Metode Gelasi Ionik. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Departemen Kimia. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science Technology and Engineering Volume I*. CRC Press, USA.
- Hustiany, R. 2006. Modifikasi Asilasi dan Suksunilasi Pati Tapioka sebagai Bahan Enkapsulasi Komponen Flavor. Disertasi. Tidak dipublikasikan. Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lestari, P.D.A., L.P. Wrasati dan N.P. Suwariani. 2017. Karakteristik enkapsulat ekstrak pewarna fungsional bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada perlakuan perbandingan kasein dan maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(4) : 509-520.
- Muchtadi D., N.S Palupi, dan M. Astawan. 1992. *Metoda Kimia Biokimia dan Biologi dalam Evaluasi Nilai Gizi Pangan Olahan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- 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.
- Priyanka, D., T. Shalini and V.K. Navneet.
2013. A brief study on marigold
(*Tagetes species*): A Review.
International Research Journal of
Pharmacy. 4(1):43-48.
- Purnomo, W., L. U. Khasanah., dan R. B.
K. Anindito. 2014. Pengaruh ratio
kombinasi maltodekstrin, karagenan
dan whey terhadap karakteristik
mikroenkapsulan pewarna alami
daun jati (*Tectona grandis* L. f.).
Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.
3(3): 121-129.
- Puspitaningrum, D. 2003. Pengaruh Jenis
Bahan Pengisi dan Proporsi Filtrasi;
Bahan pengisi Terhadap Sifat Fisik,
Kimia dan Organoleptik Bubuk Sari
Buah Jambu Biji. Skripsi. Tidak
dipublikasikan. Departemen Kimia.
Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Putra, M. W. N., N. M. Wartini., dan L.
Suhendra. 2018. Pengaruh
konsentrasi dan lama perendaman
bahan dengan asam laktat sebelum
pengeringan terhadap karakteristik
bubuk bunga kenikir (*Tagetes erecta*
L.). Jurnal Rekayasa dan Manajemen
Agroindustri. 7(1): 90–97.
- Rosenberg M., Kopelman I. J., and Talmon
Y. 1990. Factors affecting retention
in spray drying microencapsulation
of volatile materials. Journal of
Agricultural and Food Chemistry
38(5): 1288-1294.
- Stephen, A. 1995. Food Polysacharides
And Their Application. Marcel
Dekker Inc, New York.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan
Suhardi.1997. Analisa Bahan
Makanan dan Pertanian. Penerbit
Liberty, Yogyakarta.
- Usmiati,S.,Yuliani,S. dan Noor,E. (2010).
Aktivitas hambat terhadap bakteri
pathogen oleh serbuk bakteriosin asal
Lactobacillus sp. galur SCG 1223.
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
21(4) : 102-112.
- Vasudevan, P., S. Kashyap and S. Sharma.
1997. Tagetes : A multipurpose plant.
Bioresource Technology. 62 (1-2) :
29-35.
- Yogaswara, I.B., N.M. Wartini, dan L.P.
Wrasiati. 2017. Karakteristik
enkapsulat ekstrak pewarna buah
pandan (*Pandanus tectorius*) pada
perlakuan enkapsulan gelatin dan
maltodekstrin. Jurnal Rekayasa dan
Manajemen Agroindustri. 5(4) : 31-
40.