

## Enkapsulasi antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang (*Etlingera Elatior*) menggunakan maltodekstrin sebagai matriks

### Encapsulation Of Antioxidant Extract Of Torch Ginger Flower Petals (*Etlingera Elatior*) Using Maltodextrin As Matrix

Rani Fajrin<sup>1</sup>, Yessy Rosalina<sup>2a</sup>, Devi Silsia<sup>3</sup> dan Syafnil<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Indonesia e-mail: [ranifajrin0429@gmail.com](mailto:ranifajrin0429@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Indonesia e-mail: [yessyrosalina@unib.ac.id](mailto:yessyrosalina@unib.ac.id)

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Indonesia e-mail: [devisilsia@unib.ac.id](mailto:devisilsia@unib.ac.id)

<sup>4</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Indonesia e-mail: [Svafnil.tipunib@gmail.com](mailto:Svafnil.tipunib@gmail.com)

<sup>a</sup>Korespondensi: Yessy Rosalina; HP : 081373789297; E-mail: [yessyrosalina@unib.ac.id](mailto:yessyrosalina@unib.ac.id)

#### ABSTRACT

Antioxidants are compounds that can prevent oxidation. Plants provide natural sources of antioxidants. One plant with a high antioxidant content is the kecombrang flower (*Etlingera elatior*). Encapsulation is the process of coating a substance with another material. This process is carried out to protect active compounds that are sensitive to heat. One type of matrix that has been extensively researched to protect active ingredients is maltodextrin. This study aims to determine the effect of matrix concentration on the physical and chemical tests of antioxidant encapsulation of kecombrang flower petals extract and determine the best matrix concentration in the antioxidant encapsulation process of kecombrang flower petals extract. The research design used a Randomized Block Design (RBD) with one factor, which is matrix concentration, consisting of 5 treatment levels (5%, 10%, 15%, 20%, and 25%). Each treatment was repeated three times, resulting in 15 experimental units. Parameters observed included moisture content, color, vitamin C, polyphenols, and antioxidant activity, as well as determining the best matrix concentration based on the calculation of antioxidant encapsulation efficiency. Data analysis was performed using ANOVA and DMRT tests. The results showed that matrix concentration in the encapsulation of antioxidants from kecombrang flower petals had a significant effect on moisture content, color, vitamin C, polyphenols, and antioxidant activity. Increasing the matrix concentration resulted in a decrease in moisture content (from 6.67% to 4.83%), a brighter color (from 54.41 to 65.20), stronger antioxidant activity (from 98.31 ppm to 68.66 ppm), and an increase in vitamin C (from 1.22 mg/100g to 2.51 mg/100g) and polyphenols (from 5.83 mg GAE/g to 8.36 mg GAE/g). Based on the calculation of antioxidant encapsulation efficiency, the best matrix concentration was found to be 25%, with an efficiency value of 91.67%.

**Keywords:** Antioxidants, kecombrang flower, encapsulation, maltodextrin.

#### ABSTRAK

Antioksidan adalah senyawa-senyawa yang dapat mencegah terjadinya oksidasi. Sumber antioksidan alami dapat diperoleh dari tanaman. Salah satu tanaman yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi adalah bunga kecombrang (*Etlingera elatior*). Enkapsulasi merupakan pelapisan suatu bahan dengan bahan lain. Proses enkapsulasi dilakukan untuk melindungi senyawa aktif yang rentan terhadap panas. Salah satu jenis matriks yang banyak diteliti untuk melindungi bahan aktif dalam bahan yaitu maltodekstrin. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi matriks terhadap uji fisik dan kimia enkapsulat antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang dan menentukan konsentrasi matriks terbaik pada proses enkapsulasi antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu

faktor yaitu konsentrasi matriks yang terdiri dari 5 taraf perlakuan (5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapat 15 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, warna, vitamin C, polifenol, dan aktivitas antioksidan serta penentuan konsentrasi matriks terbaik berdasarkan perhitungan efisiensi enkapsulasi antioksidan. Analisis data dilakukan menggunakan ANOVA dan uji DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi matriks pada enkapsulasi antioksidan ekstrak bunga kecombrang berpengaruh nyata terhadap kadar air, warna, vitamin C, polifenol dan aktivitas antioksidan. Semakin banyak konsentrasi matriks yang ditambahkan maka kadar air semakin menurun (6,67%-4,83%), warna semakin cerah (54,41-65,20), aktivitas antioksidan semakin kuat (98,31 ppm-68,66 ppm) serta vitamin C (1,22 mg/100g-2,51 mg/100g) dan polifenol (5,83 mg GAE/g-8,36 mg GAE/g) semakin meningkat. Berdasarkan perhitungan efisiensi enkapsulasi antioksidan konsentrasi matriks terbaik terdapat pada konsentrasi matriks 25% dengan nilai efisiensi sebesar 91,67%.

**Kata kunci:** *antioksidan, bunga kecombrang, enkapsulasi, maltodekstrin.*

## PENDAHULUAN

Tanaman kecombrang (*Etlingera elatior*) banyak dijumpai di hutan hujan tropis di Indonesia. Tanaman ini adalah salah satu tanaman rempah asli dari Indonesia yang tumbuh di Pulau Papua, Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan (Nurlaili *et al.* 2021). Nama lokal dari berbagai daerah di Indonesia untuk tanaman ini, antara lain : Kincung (Medan), Unji (Bengkulu), Kumbang Selaka (Lampung), Sambuang (Sumatera Barat), Lucu (Banyuwangi), Honje (Jawa Barat) dan Kecicang (Bali). Bagian tanaman yang banyak dimanfaatkan adalah bunga, daun, dan batang. Bunga tanaman kecombrang dimanfaatkan sebagai rempah pada masakan Indonesia, untuk memberi rasa asam dan memperkuat aroma. Daun tanaman kecombrang biasa digunakan untuk meningkatkan citarasa pada masakan daging. Pemanfaatan tanaman kecombrang sebagai obat tradisional dan antibakteri banyak diambil dari bagian daun.

Banyak penelitian dilakukan untuk mengeksplorasi senyawa aktif dari tanaman kecombrang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan utama dalam ekstrak kecombrang adalah antioksidan dan antibakteri. Antioksidan adalah senyawa yang dapat melawan radikal bebas di dalam tubuh manusia. Senyawa ini sangat dibutuhkan oleh manusia untuk menghalangi kerusakan sel yang dapat menimbulkan berbagai penyakit degeneratif. Antibakteri adalah zat yang mempunyai kemampuan untuk mencegah tumbuhnya bakteri pada makanan. Mikronutrien antioksidan utama adalah vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol), vitamin C (asam askorbat), dan  $\beta$ -karoten, dan beberapa metabolik sekunder yang dapat di ambil dari tanaman (Cömert *et al.* 2020).

Komponen senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan dan antibakteri yang ditemui dalam ekstrak tanaman kecombrang adalah alkaloid, penolik, flavonoid, dan tanin (Ernilasari *et al.*, 2021). Selain senyawa tersebut dalam ekstrak kecombrang terdapat antosianin jenis sianida 3O- glikosida yang berpotensi sebagai antioksidan dan pewarna alami (Noordin *et al.* 2022). Aktivitas antioksidan dan kandungan antosianin dalam ekstrak tanaman kecombrang termasuk

dalam kategori aktivitas antioksidan kuat, sehingga berpotensi sebagai sumber antioksidan dan warna alami pada pengembangan pangan fungsional.

Beberapa metode ekstraksi dikembangkan untuk memperoleh ekstrak tanaman kecombrang yang kaya antioksidan dan antosianin. Namun sediaan antioksidan dalam bentuk ekstrak kental mempunyai stabilitas rendah terhadap kondisi lingkungan. Salah satu cara untuk meningkatkan stabilitas sediaan antioksidan dalam bentuk ekstrak kental adalah dengan enkapsulasi. Enkapsulasi adalah proses di mana bahan aktif dilapisi dengan bahan yang berbeda. Bahan yang dilapisi ini disebut sebagai bahan inti, bahan aktif, bagian dalam, atau pengisi, sementara bahan yang digunakan untuk melapisi disebut sebagai matriks, penyalut, pelapis, bagian luar, atau agen pembawa (Agustin dan Wibowo 2023). Metode enkapsulasi memiliki kemampuan untuk melindungi serta mengatur pelepasan zat aktif, menjaga senyawa yang responsif, dan meminimalkan kerusakan komponen utama dalam produk (Palupi *et al.* 2014). Salah satu jenis penyalut atau matriks yang banyak diteliti untuk melindungi bahan aktif dalam bahan adalah maltodekstrin. Maltodekstrin digunakan untuk membungkus elemen rasa, mempercepat proses pengeringan, melindungi bahan dari kerusakan akibat suhu tinggi dan meningkatkan kemampuan larutnya (Yuliawaty dan Susanto 2015).

Penelitian Fiana *et al.* (2016), menunjukkan bahwa penggunaan maltodekstrin sebanyak 20% merupakan perlakuan terbaik menghasilkan antioksidan dan polifenol yang tertinggi yaitu sebesar 10,39% dan 41,3%. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa maltodekstrin dapat melindungi antioksidan pada produk yang dikeringkan. Penelitian Gabriela *et al.* (2020), menyatakan bahwa konsentrasi maltodekstrin 15% mampu melindungi zat aktifnya, dengan vitamin C yang dihasilkan sebesar 114,27 mg/100g. Hasil penelitian Zahrotunnisa & Kholifatuddin (2023) penambahan konsentrasi maltodekstrin 10% merupakan perlakuan terbaik dengan total fenol 147,48 mg GAE/g dan kadar air 2,67%.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap konsentrasi matriks yang tepat agar dapat melindungi antioksidan dari kelopak bunga kecombrang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi matriks terhadap uji fisik dan kimia enkapsulat antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang dan menentukan konsentrasi matriks terbaik pada proses enkapsulasi antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang.

## MATERI DAN METODE

### Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan berbagai peralatan antara lain : pisau, penggaris, kompor, tabung gas, dandang, baskom, wajan, talenan, spatula, saringan, termometer, timbangan analitik *pocket scale*, *aluminium foil*, oven memmert UN55 , desikator, *rotary vacuum evaporator* Re-52A, labu ukur, buret, tabung reaksi, erlenmeyer, pipet volume, label, *spektrofotometer UV-Vis Thermo scientific genesys 150*, kuvet, *magnetic stirrer* SH-2, mortar, alu, statif dan klem, corong kaca, pipet tetes, gelas ukur, rak tabung reaksi, sudip, botol sampel, gelas beker, plastik klip, plastik klip *aluminium foil* cawan petri, *tissue* dan alat tulis.

Bahan yang digunakan yaitu : bunga kecombrang, maltodekstrin (DE 15-20), air, etanol 96%, kertas saring, amilum 1%, iodin 0,01 N, *1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH), aquades, asam galat, reagen *folin-ciocalteu* dan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7,5%.

### Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan memakai Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan ulangan sebagai kelompok. Faktor perlakuan adalah konsentrasi matriks (M) dengan 5 taraf perlakuan yaitu : 5% ( $M_1$ ), 10% ( $M_2$ ), 15% ( $M_3$ ), 20% ( $M_4$ ) dan 25% ( $M_5$ ). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali pengulangan sehingga didapat 15 unit percobaan.

### Tahapan Penelitian

#### *Proses Pembuatan Ekstrak Kelopak Bunga Kecombrang*

Pembuatan ekstrak kelopak bunga kecombrang menggunakan metode Sari (2019) dengan modifikasi. Pembuatan ekstrak kelopak bunga kecombrang diawali dengan proses sortasi bunga kecombrang untuk memisahkan bagian sari bunga dan kelopaknya. Selanjutnya pengecilan ukuran kelopak bunga kecombrang dengan ukuran 2 cm × 2 cm dan pencucian dilakukan di bawah air mengalir agar kotoran yang terdapat pada kelopak bunga kecombrang hilang. Kemudian kelopak bunga kecombrang diekstraksi dengan metode infusa menggunakan pelarut air. Rasio pelarut dengan kelopak bunga kecombrang adalah 1 : 1. Ekstraksi dilakukan dengan waktu 30 menit dan suhu 70°C – 75°C. Proses penyaringan dilakukan untuk mendapatkan hasil ekstraksi. Selanjutnya pelarut diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* dengan suhu 50°C. Tahapan ini menghasilkan ekstrak pekat kelopak bunga kecombrang. Ekstrak pekat kemudian diuji aktivitas antioksidan sebelum dilakukan proses enkapsulasi.

#### *Proses Enkapsulasi Ekstrak Kelopak Bunga Kecombrang*

Enkapsulasi ekstrak kelopak bunga kecombrang menggunakan metode (Putri *et al.*, 2019; Dewi *et al.*, 2016; Silalahi *et al.*, 2015) dengan modifikasi. Proses enkapsulasi ekstrak pekat kelopak bunga kecombrang menggunakan maltodekstrin sebagai matriks. Maltodekstrin

ditambahkan ke dalam gelas beker 100 mL sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang diberikan yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% (b/v). Kemudian aquades ditambahkan hingga mencapai tanda batas dan dilarutkan menggunakan *magnetic stirrer* sampai larutan homogen. Kemudian ekstrak kelopak bunga kecombrang dicampurkan dengan larutan maltodekstrin sebanyak 5% (b/v) pada setiap perlakuan, pencampuran memakai alat *magnetic stirrer* selama 10 menit. Selanjutnya larutan yang telah homogen dituangkan secara merata pada cawan petri setebal 2 mm. Pengeringan dilakukan memakai oven dengan suhu 60°C selama 10 jam. Sampel yang sudah kering kemudian dihaluskan. Setelah proses enkapsulasi selesai, bubuk yang diperoleh dimasukkan dalam kemasan plastik klip *aluminium foil* untuk selanjutnya dilakukan analisis.

## Parameter Pengamatan

### Uji Fisik

#### *Kadar Air*

Kadar air enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang diuji menggunakan metode Sudarmadji *et al.* (1997). Sebanyak 2 g sampel ditimbang dalam cawan kosong yang beratnya sudah diketahui dan dikeringkan di oven dengan suhu 105°C dengan waktu 5 jam. Setelah sampel didinginkan dalam desikator, kemudian sampel dikeringkan kembali di oven selama 30 menit sampai didapatkan berat bahan konstan. Perhitungan kadar air dapat menggunakan persamaan (1).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

W0 : Berat bahan awal (g)

W1 : Berat bahan awal + berat cawan kosong (g)

W2 : Berat bahan akhir + berat cawan kosong (g)

#### *Warna*

Pengujian warna pada enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang dilakukan menggunakan alat *colorimeter*. Alat dihidupkan dan diletakkan diatas permukaan sampel. Tombol bagian atas ditekan dan hasil analisis warna langsung ditampilkan dalam bentuk L, a dan b pada layar alat *colorimeter*. L mengindikasikan tingkat kecerahan (tanpa warna, 0 = hitam sampai 100 = putih). Warna kromatik yang merupakan kombinasi antara merah dan hijau diwakili oleh nilai a (a<sup>+</sup> = 0-100 untuk warna merah, a<sup>-</sup> = 0-(-80) untuk warna hijau. Sementara itu, warna kromatik yang merupakan biru kuning campuran dinyatakan oleh nilai b (b<sup>+</sup> = 0-70

untuk kuning,  $b = 0 - (-70)$  untuk biru (Engelen 2017). Hasil analisis warna dihitung dengan menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$Chroma = \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$Hue^\circ = \tan^{-1} \left( \frac{b}{a} \right) \times 57,3 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

a = Warna yang menunjukkan tingkat merah hingga hijau

b = Warna yang menunjukkan tingkat kuning hingga biru

(Ritoga *et al.* 2020)

## Uji Kimia

### Vitamin C

Kandungan vitamin C diuji dengan metode titrasi iodimetri mengikuti metode Sudarmadji *et al.* (1997). Sampel bubuk enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang dimasukkan ke labu ukur 50 mL, kemudian dituangkan aquades sampai tanda tera. Larutan dikocok sampai tercampur sempurna lalu disaring menggunakan kertas saring. Sejumlah 25 mL filtrat dituangkan ke dalam erlenmeyer 100 mL, lalu tambahkan 5 tetes larutan amilum 1%, dan dititrasi dengan larutan iodin 0,01N sampai warna kebiruan muncul. Kandungan vitamin C ditaksir dengan menggunakan persamaan (4).

$$Vitamin\ C\ (mg/100\ g) = \frac{Vp \times MP \times BE \times fp \times 100}{Berat\ sampel} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Vp : Volume Titrasi

Mp : Normalitas Iodin

BE : 88,06

Fp : Faktor Pengenceran

### Polifenol

Prosedur pengujian kandungan polifenol enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang berdasarkan metode *Folin-Ciocalteu* (Hartanto *et al.* 2018).

#### 1. Pembuatan Larutan Standar

Sebanyak 10 mg asam galat ditambahkan ke dalam labu ukur 100 mL, lalu aquades dituangkan sampai tanda tera, sehingga dihasilkan larutan stok dengan konsentrasi 100 ppm. Larutan stok dilarutkan sempurna kemudian dibuat kurva standar 10, 20, 30, 40, 50 ppm. Diambil 1 mL larutan dari tiap seri, kemudian dicampur dengan 5 mL *Folin-ciocalteu* (1 : 10)

ke dalam labu ukur, selanjutnya larutan dihomogenkan dan didiamkan selama 8 menit. Larutan asam galat dicampurkan dengan 4 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5 %, kemudian diaduk sempurna lalu didiamkan di suhu kamar hingga 60 menit. Absorbansi diukur dengan alat *spektrofotometer* ( $\lambda=765$  nm).

## 2. Pengujian Kuantitatif Polifenol

*Folin-ciocalteu* diencerkan dalam air dengan perbandingan 1 : 10. Kemudian 1 mL enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang dicampurkan dengan 5 ml *Folin-ciocalteu* (1:10). Campuran ini didiamkan selama 8 menit, lalu tuangkan 4 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5 %. Selanjutnya sampel didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang. Nilai absorbansi diukur menggunakan alat *spektrofotometer* ( $\lambda=765$  nm). Hasil pengukuran dihitung menggunakan kurva standar asam galat.

## **Aktivitas Antioksidan**

Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang dan enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang merujuk pada prosedur (Pogaga *et al.* 2020).

### 1. Pembuatan Larutan Induk DPPH

Sebanyak 10 mg DPPH (*1,1-difenil-2-picrylhidrazil*) dilarutkan dengan etanol 96% dalam labu takar 100 mL. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam botol kaca amber.

### 2. Pembuatan Larutan Blanko DPPH

Sebanyak 50 mL larutan induk DPPH dituangkan ke dalam labu takar 100 mL. Selanjutnya diencerkan dengan etanol 96% hingga tanda tera dan dikocok sampai larut sempurna. Kemudian larutan blanko didiamkan hingga 30 menit dan absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm.

### 3. Pengujian Aktivitas Antioksidan

Sebanyak 10 mg sampel dimasukkan ke dalam labu takar 10 mL, kemudian dilarutkan dengan etanol 96% sampai tanda tera. Selanjutnya dibuat larutan sampel dibuat dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm. Larutan sampel diambil sebanyak 2 mL dan dituangkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan DPPH 2 mL, kemudian tabung reaksi dibungkus dengan *aluminium foil*. Lalu sampel didiamkan hingga 30 menit. Pengukuran absorbansi menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* pada panjang gelombang 517 nm dan persentase inhibisinya ditaksir menggunakan persamaan (5).

$$(\%) \text{ Inhibisi} = \frac{[\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi uji}]}{\text{absorbansi blanko}} \times 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

Nilai persen (%) inhibisi disubstitusikan pada persamaan linear  $y = ax+b$ . Persamaan linear yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan nilai  $IC_{50}$ . Nilai  $IC_{50}$  menunjukkan konsentrasi senyawa yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas. Oleh karena itu, untuk menetapkan nilai  $IC_{50}$  persamaannya menjadi  $50 = ax+b$ .  $x = \frac{50-b}{a}$ , dengan nilai x adalah  $IC_{50}$  pada satuan ppm (Kore *et al.* 2018).

### Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi menunjukkan perbandingan antara kandungan aktivitas antioksidan pada enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang dengan kandungan aktivitas antioksidan dari ekstrak pekat kelopak bunga kecombrang. Efisiensi enkapsulasi dihitung menggunakan persamaan (6).

$$Efisiensi\ Enkapsulasi\ (\%) = \frac{Aktivitas\ antioksidan\ terenkapsulasi}{Aktivitas\ antioksidan\ sebelum\ di\ enkapsulasi} \times 100\ \% \dots\dots\dots(6)$$

(Isailovic *et al.* 2012)

### Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan *Analysis Of Variance* (ANOVA) dengan bantuan aplikasi SPSS 25 pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan. Jika hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Fisik

Parameter pengamatan uji fisik enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang menggunakan maltodekstrin sebagai matriks meliputi kadar air dan warna. Hasil uji kadar air dan warna enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar air dan Karakteristik Warna Enkapsulat Ekstrak Kelopak Bunga Kecombrang pada Berbagai Konsentrasi Matriks

Parameter	Konsentrasi Matriks				
	5%	10%	15%	20%	25%
Kadar Air (%)	6,67 <sup>d</sup>	6,00 <sup>c</sup>	5,50 <sup>bc</sup>	5,17 <sup>ab</sup>	4,83 <sup>a</sup>
Warna					
<i>Lightness</i>	52,41 <sup>a</sup>	58,01 <sup>b</sup>	60,13 <sup>c</sup>	63,06 <sup>d</sup>	65,20 <sup>e</sup>
<sup>o</sup> <i>Hue</i>	6,27 <sup>a</sup>	9,24 <sup>a</sup>	13,63 <sup>b</sup>	16,70 <sup>b</sup>	21,01 <sup>c</sup>
<i>Chroma</i>	13,61 <sup>d</sup>	11,59 <sup>c</sup>	9,40 <sup>b</sup>	8,84 <sup>ab</sup>	7,88 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf signifikansi 5% berdasarkan uji DMRT

Kadar air pada pangan adalah faktor penting yang berpengaruh terhadap mutu produk. Kandungan air yang tinggi dalam produk bubuk dapat mempengaruhi stabilitas produk dan

menyebabkan produk menggumpal saat disimpan (Wulansari *et al.*, 2022). Uji ANOVA mengindikasikan bahwa konsentrasi matriks berpengaruh nyata terhadap kadar air enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang. Nilai kadar air yang tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan konsentrasi matriks 5% yaitu 6,67% dan konsentrasi matriks 25% menghasilkan nilai kadar air terendah sebesar 4,83%. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa ketika konsentrasi matriks yang ditambahkan meningkat, maka kadar air enkapsulat yang dihasilkan menurun. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian Kusuma *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa karena kemampuan maltodekstrin untuk menyerap air, maka konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan akan berkorelasi dengan penurunan kadar air pada enkapsulat yang dihasilkan. Dengan kata lain, semakin banyak maltodekstrin yang digunakan, semakin banyak air yang diserap dan diuapkan, sehingga kadar air yang dihasilkan akan berkurang (Ningtias *et al.* 2017).

Warna adalah salah karakteristik bahan pangan yang berpengaruh dalam menarik perhatian konsumen pada suatu produk (Permatasari dan Deofsila 2021). Serbuk antioksidan yang dihasilkan berwarna merah muda, hal ini tercermin dari nilai °Hue yang berkisar antara 6,27-21,01 (Tabel 1). Uji ANOVA menyatakan bahwa konsentrasi matriks berpengaruh nyata terhadap nilai *lightness*, *hue angle* dan *chroma* enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang. Warna pada serbuk antioksidan yang dihasilkan semakin cerah seiring dengan bertambahnya konsentrasi maltodekstrin (Gambar 1). Menurut Kusuma *et al.* (2023), warna putih dari maltodekstrin dapat meningkatkan kecerahan produk. Peningkatan kecerahan ini dapat dilihat dari meningkatnya nilai *lightness* pada serbuk antioksidan yang dihasilkan (Tabel 1).



**Gambar 1.** Warna Enkapsulat Ekstrak Kelopak Bunga Kecombrang pada Berbagai Konsentrasi Matriks

Hasil pengukuran nilai *chroma* mengindikasikan bahwa penggunaan matriks dengan konsentrasi tinggi menghasilkan enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang dengan nilai *chroma* yang semakin rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa kepekatan warna enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian Sebastian *et al.* (2023) yang mengindikasikan penambahan konsentrasi maltodekstrin yang semakin besar, maka semakin rendah nilai *chroma* yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi matriks pada enkapsulasi juga berpengaruh nyata terhadap nilai

*lightness* enkapsulat yang dihasilkan. Nilai *lightness* yang meningkat menunjukkan warna menjadi lebih cerah dan mendekati warna putih. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin membuat warna produk memudar dan semakin berbeda dari warna aslinya (Tama *et al.* 2014).

## Uji Kimia

Parameter pengamatan uji kimia enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang meliputi vitamin C, polifenol dan aktivitas antioksidan. Sebelum proses enkapsulasi dilakukan uji aktivitas antioksidan terhadap ekstrak kelopak bunga kecombrang. Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak pekat kelopak bunga kecombrang menghasilkan IC<sub>50</sub> sebesar 60,06 ppm, sedangkan hasil uji kimia enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kadar Vitamin C, Polifenol dan Aktivitas Antioksidan Enkapsulat Ekstrak Kelopak Bunga Kecombrang pada Berbagai Konsentrasi Matriks

Parameter	Konsentrasi Matriks				
	5%)	10%	15%	20%	25%
Vitamin C (mg/100g)	1,22 <sup>a</sup>	1,69 <sup>b</sup>	2,01 <sup>bc</sup>	2,15 <sup>c</sup>	2,51 <sup>d</sup>
Polifenol (mg GAE/g)	5,83 <sup>a</sup>	6,42 <sup>b</sup>	7,07 <sup>c</sup>	7,64 <sup>d</sup>	8,36 <sup>e</sup>
Aktivitas antioksidan (ppm)	98,32 <sup>e</sup>	91,57 <sup>d</sup>	85,33 <sup>c</sup>	76,45 <sup>b</sup>	68,66 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT pada taraf signifikansi 5%

## Vitamin C

Salah satu vitamin yang larut dalam air dan berperan sebagai antioksidan adalah vitamin C (Yuliaty dan Susanto 2015). Uji ANOVA mengindikasikan bahwa konsentrasi matriks dan kelompok berpengaruh nyata terhadap nilai vitamin C enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang. Hal ini diduga ekstrak kelopak bunga kecombrang yang digunakan mengalami penurunan nilai vitamin C karena disimpan pada suhu beku. Hal ini sejalan dengan penelitian Wulansari *et al.* (2020) yang memperlihatkan bahwa kadar vitamin C pada ekstrak mengalami penurunan selama penyimpanan dan menunjukkan tingkat kerusakan vitamin C. Penurunan nilai vitamin C terjadi karena proses oksidasi, reduksi asam amino, atau kerusakan jaringan pada bahan ekstrak. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai vitamin C enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang lebih rendah dibandingkan dengan kandungan vitamin C ekstrak bunga kecombrang. Vitamin C pada ekstrak bunga kecombrang sebesar 25,86–32,68 mg/100g (Puspitasari *et al.* 2024). Perbedaan hasil penelitian dapat disebabkan oleh perbedaan pada spesies sampel, daerah pengambilan sampel, proses perawatan tanaman, prosedur analisis dan metode ekstraksi yang digunakan (Guntarti *et al.* 2021). Data penelitian mengindikasikan

bahwa nilai vitamin C pada kapsul ekstrak kelopak bunga kecombrang meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi matriks yang digunakan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Amelia *et al.* (2023), yang menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin dalam jumlah yang lebih banyak dapat mengurangi kerusakan vitamin C pada sampel. Nilai vitamin C pada kapsul ekstrak kelopak bunga kecombrang tertinggi terdapat pada penambahan matriks dengan konsentrasi 15 %, yaitu sebesar 3,91 mg/100g.

### ***Polifenol***

Polifenol adalah salah satu jenis senyawa yang berperan sebagai zat penangkal radikal bebas (Hasma dan Winda 2019). Hasil ANOVA menyatakan bahwa konsentrasi matriks dan kelompok memberikan pengaruh nyata terhadap nilai polifenol kapsul ekstrak kelopak bunga kecombrang. Hal ini diduga ekstrak kelopak bunga kecombrang yang digunakan mengalami penurunan nilai polifenol karena disimpan pada suhu beku. Hal ini dikarenakan selama penyimpanan kemungkinan terjadi reaksi polimerisasi dan perubahan senyawa kimianya (Tristanto *et al.* 2017). Tabel 2 menunjukkan nilai polifenol yang dihasilkan berada pada rentang 5,83 mg GAE/g – 8,36 mg GAE/g. Perlakuan konsentrasi matriks 5% menghasilkan nilai polifenol yang terendah yaitu sebesar 5,83 mg GAE/g dan konsentrasi matriks 25% menghasilkan nilai polifenol tertinggi sebesar 8,36 mg GAE/g. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai polifenol lebih rendah dibandingkan dengan kandungan polifenol yang terdapat pada ekstrak bunga kecombrang yaitu sebesar 9,05 mg GAE/g (Lestari *et al.* 2014). Penurunan polifenol pada proses enkapsulasi dapat terjadi karena proses pengeringan. Proses pengeringan dapat menyebabkan pengurangan zat aktif di dalam bahan pangan, hal ini dipengaruhi oleh proses oksidasi enzimatis yang berakibat teroksidasinya polifenol (Syahidah *et al.* 2022).

Temuan penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi matriks akan meningkatkan kandungan total fenol pada kapsul ekstrak kelopak bunga kecombrang yang dihasilkan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Hartiati & Mulyani (2015), yang menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan konsentrasi maltodekstrin, maka nilai total fenol semakin meningkat. Fiana *et al.* (2016), menyebutkan bahwa semakin tinggi penambahan jumlah maltodekstrin, maka kadar polifenol meningkat. Hal ini dikarenakan maltodekstrin mempunyai sifat mencegah oksidasi sehingga antioksidannya terlindungi dengan baik (Hartiati dan Mulyani 2015). Oleh karena itu, meningkatnya konsentrasi maltodekstrin, akan meningkatkan perlindungan senyawa antioksidan terhadap suhu tinggi (Machfudloh *et al.* 2019).

### ***Aktivitas Antioksidan***

Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang memberikan nilai  $IC_{50}$  sebesar 60,06 ppm. Senyawa antioksidan dapat dikategorikan ke dalam beberapa tingkat kekuatan, yaitu sangat kuat jika  $IC_{50}$  bernilai  $<50$  ppm, kuat jika nilai  $IC_{50}$  antara 50 hingga 100 ppm, sedang jika nilai  $IC_{50}$  antara 101 hingga 150 ppm, lemah jika nilai  $IC_{50}$  antara 151 hingga 200 ppm, dan sangat lemah jika nilai  $IC_{50}$   $>200$  ppm (Molyneux, 2004). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kelopak bunga kecombrang memiliki aktivitas penangkal radikal DPPH dengan nilai  $IC_{50}$   $> 50$  ppm, sehingga ekstrak tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh pada penelitian ini mendekati hasil penelitian Sukandar *et al.* (2011) dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 61,6497 ppm.

Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang lebih besar dibandingkan dengan ekstrak sebelum dienkapsulasi. Penurunan aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh suhu dan waktu pengeringan. Nilai  $IC_{50}$  akan semakin meningkat pada peningkatan suhu dan waktu pengeringan pada proses enkapsulasi (Dewi *et al.*, 2022). Penurunan nilai aktivitas antioksidan yang dihasilkan tidak terlalu signifikan dimana nilai  $IC_{50}$  setiap perlakuan masih termasuk dalam kategori kuat. Hal ini disebabkan proses enkapsulasi yang dilakukan menggunakan maltodekstrin sebagai matriks sehingga dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

Hasil ANOVA mengindikasikan bahwa konsentrasi matriks dan kelompok memberikan pengaruh nyata terhadap nilai aktivitas antioksidan enkapsulat ekstrak kelopak bunga. Hal ini diduga ekstrak bunga kecombrang yang digunakan mengalami penurunan nilai aktivitas antioksidan karena disimpan pada suhu beku. Penurunan aktivitas antioksidan disebabkan oleh suhu dan waktu penyimpanan. Hal ini disebabkan karena hasil ekstrak tidak stabil terhadap perubahan suhu selama penyimpanan (Saputra *et al.* 2018).

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi matriks menurunkan nilai aktivitas antioksidan pada enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang yang dihasilkan. temuan ini selaras dengan hasil penelitian Bunardi *et al.* (2016), di mana terdapat kecenderungan peningkatan persentase penghambatan DPPH dari variasi maltodekstrin 10% ke variasi maltodekstrin 20%. Dengan demikian semakin banyak maltodekstrin yang digunakan, maka aktivitas antioksidan pada enkapsulat dihasilkan juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan meningkatnya konsentrasi maltodekstrin, maka kemampuan maltodekstrin melindungi senyawa antioksidan menjadi semakin besar (Machfudloh *et al.* 2019).

## **Efisiensi Enkapsulasi**

Parameter ini menyatakan nilai persentase senyawa aktif yang berhasil terkandung atau terlindungi di dalam proses enkapsulasi (Ali *et al.* 2014). Hasil perhitungan efisiensi enkapsulasi ekstrak kelopak bunga kecombrang disajikan pada Tabel 3. Uji ANOVA memperlihatkan bahwa konsentrasi matriks dan kelompok berpengaruh nyata terhadap efisiensi enkapsulasi antioksidan enkapsulat ekstrak kelopak bunga kecombrang. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penambahan konsentrasi matriks meningkatkan efisiensi enkapsulasi yang dihasilkan. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Sumarni *et al.* (2018), dan Abadi (2021) yang mengindikasikan bahwa semakin matriks yang ditambahkan akan meningkatkan efisiensi senyawa yang terkapsul. Maltodekstrin mempunyai sifat kemamouan lartu yang tinggi dan mampu mengemulsi, sehingga bahan inti dapat tersalut dengan baik (Abadi, 2021). Menurut Purnomo *et al.* (2014) jenis matriks yang digunakan berpengaruh dalam melindungi senyawa antioksidan selama proses pengeringan. Hal ini dikarenakan sifat maltodekstrin yang tahan terhadap oksidasi (Angelina *et al.* 2021).

**Tabel 3.** Efisiensi Enkapsulasi Ekstrak Kelopak Bunga Kecombrang

Parameter	Konsentrasi Matriks				
	5%	10%	15%	20%	25%
Efisiensi Enkapsulasi (%)	83,36 <sup>a</sup>	85,47 <sup>b</sup>	87,90 <sup>c</sup>	90,64 <sup>d</sup>	91,67 <sup>e</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT pada taraf signifikansi 5%

### KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa konsentrasi matriks berpengaruh nyata terhadap kadar air, warna, vitamin C, polifenol dan aktivitas antioksidan enkapsulat antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang. Semakin tinggi konsentrasi matriks, semakin tinggi nilai efisiensi enkapsulasi. Konsentrasi matriks 25% menghasilkan efisiensi tertinggi, yaitu sebesar 91,67%. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan maltodekstrin efektif sebagai matriks dalam proses enkapsulasi antioksidan bunga kecombrang. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa variasi konsentrasi matriks mempengaruhi kualitas enkapsulat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, yang telah mendanai penelitian ini melalui dana PNBK Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu pada skema penelitian mandat Program Studi Teknologi Industri Pertanian tahun 2024.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi SAS. 2021. Nanoenkapsulasi ekstrak kelopak bunga rosella menggunakan metode spray drying dengan penyalut maltodekstrin. Skripsi. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Agustin DA, Wibowo AA. 2023. Teknologi Enkapsulasi: Teknik Dan Aplikasinya. *DISTILAT J Teknol Separasi*. 7(2):202–209. doi:10.33795/distilat.v7i2.210.
- Ali D, Darmadji P, Pranoto Y. 2014. Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Response Surface Methodology Dan Karakterisasi Nanokapsul. *J Teknol dan Ind Pangan*. 25(1):23–30.
- Amelia DC, Dahlan SA, Bait Y, Nalole JA, Ali AAR. 2023. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin terhadap Karakteristik Fisikokimia Minuman Instan Buah Nangka (*Ariocarpus integra*). *Pros Semin Nas Mini Ris Mhs*. 2(2):131–140.
- Angelina G, Tyastiningrum E, Sitorus EM, Aini N. 2021. Enkapsulasi Serbuk Simplisia dan Ekstrak Kulit Jeruk serta Aplikasinya pada Vegetables Jam. *J Agroteknologi*. 15(02):166–181.
- Bunardi C, Purwijantiningsih E, Pranata S. 2016. Kualitas Minuman Serbuk Daun Sirsak (*Annona muricata*) Dengan Variasi Konsentrasi Maltodekstrin Dan Suhu Pemanasan. *J Teknobiologi*. 1:1–18.
- Cömert ED, Mogol BA, Gökmen V. 2020. Relationship Between Color And Antioxidant Capacity Of Fruits And Vegetables. *Curr Res Food Sci*. 2:1–10. doi:10.1016/j.crfs.2019.11.001.
- Dewi BK, Putra INK, Yusasrini NLA. 2022. Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensori Teh Herbal Bubuk Daun Pohpohan (*Pilea trinervia* W.). *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 11(1):1–12.
- Dewi NDT, Wrasati LP, Putra GPG. 2016. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol Dan Suhu Maserasi Terhadap Rendemen Dan Kadar Klorofil Produk Enkapsulasi Ekstrak Selada Laut (*Ulva lactuca* L.). *J Rekayasa Dan Manaj Agroindustri*. 4(3):59–70.
- Engelen A. 2017. Analisis Sensori Dan Warna Pada Pembuatan Telur Asin Dengan Cara Basah. *Jtech*. 5(1):8–12.
- Ernilasari, Walil K, Fitmawati, Roslim DI, Zumaidar, Saudah, Rayhannisa. 2021. Antibacterial activity of leaves, flowers, and fruits extract of *etlingera elatior* from nagan raya district, indonesia against *escherichia coli* and *staphylococcus aureus*. *Biodiversitas*. 22(10):4457–4464. doi:10.13057/biodiv/d221039.
- Fiana RM, Murtius WS, Asben A. 2016. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin terhadap mutu minuman instan dari teh kombucha. *J Teknol Pertan Andalas*. 20(2):1–8.
- Gabriela MC, Rawung D, Ludong MM. 2020. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Pada Pembuatan Minuman Instan Serbuk Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Buah Pala (*Myristica fragrans* H.). *J UNSRAT*. 7(7):1–8.
- Guntarti A, Sugihartini N, Umayyah SA, Salamah N. 2021. Determination of Total Phenolic Levels in Ethanol Extract of *Moringa* (*Moringa oleifera* L.) Leaves based on Differences

- in Growing Sites. *J Food Pharm Sci.* 9(1):403–411.
- Hartanto GN, Pranata FS, Swasti YR. 2018. Kualitas dan Aktivitas Antioksidan Seduhan Teh Rambut Jagung (*Zea mays*) dengan Variasi Lama Pelayuan dan Usia Panen. *Biota J Ilm Ilmu-Ilmu Hayati.* 3(1):12–23. doi:10.24002/biota.v3i1.1889.
- Hartiati A, Mulyani S. 2015. The Effect of Maltodextrin Concentration and Drying Temperature to Antioxidant Content of Sinom Beverage Powder. *Agric Agric Sci Procedia.* 3:231–234. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.045.
- Hasma H, Winda W. 2019. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L*) dengan Metode KLT. *J Kesehat Manarang.* 5(2):125–131. doi:10.33490/jkm.v5i2.176.
- Isailovic B, Kalusevic A, Zurzul N, Coelho MT, Dordevic V, Alves VD, Sousa I, Moldao-Martins M, Bugarski B, Nedovic VA. 2012. Microencapsulation Of Natural Antioxidants From *Pterospartum Tridantum* In Different Alginate And Inulin Systems. *Proc 6<sup>th</sup> Cent Eur Congr on Food.* hlm 1075-1081.
- Kore MM, Nitsae M, Nge STM. 2018. Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ganggang Cokelat ( *Sargassum Polycystum* ) Dan Ganggang Hijau (*Euchema Cottoni*) Pada Perairan Dahi' Ae. *Indig Biol J Pendidik dan Sains Biol.* 1(3):1–9.
- Kusuma BA, Setijawaty E, Yoshari MR, Jati IRAP. 2023. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin dan Na-CMC terhadap Sifat Fisikokimia Bubuk Buah Semangka Merah. *Tekno Pangan Media Inf dan Komun Ilm Tekno Pertan.* 14(1):59–77. doi:10.35891/tp.v14i1.3305.
- Lestari T, Rahmiyani I, Munawaroh S. 2014. Pengaruh Metode Dan Variasi Pelarut Ekstraksi Terhadap Kadar Polifenolat Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.Sm). *J Kesehat Bakti Tunas Husada.* 12(1):88–95.
- Machfudloh M, Awaliyah IN, Takwanto A. 2019. Pengaruh Suhu Spray Drying Dan Penambahan Maltodextrin Terhadap Aktivitas Antioksidan (IC50) Pada Bayam Hijau (*Amaranthus Hybridus L.*). *Distilat.* 5(2):52–57.
- Molyneux P. 2004. The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakar J Sci Technol.* 26(2):211–219.
- Ningtias D, Suyanto A, Nurhidajah. 2017. Betakaroten, Antioksidan, dan Mutu Hedonik Minuman Instan Labu Kuning (*Cucurbita moschata Dutch*) Berdasarkan Konsentrasi Maltodekstrin. *J Pangan dan Gizi.* 7(2):94–103.
- Noordin L, Ahmad WANW, Nor NAM, Bakar NHA, Ugusman A. 2022. *Etlingera elatior* Flower Aqueous Extract Protects against Oxidative Stress-Induced Nephropathy in a Rat Model of Type 2 Diabetes. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2022. doi:10.1155/2022/2814196.
- Nurlaili N, Damayanti AM, Qonita CS, Muliayanti M. 2021. Aplikasi Antioksidan Tanaman Kecombrang *Etlingera elatior* terhadap Minyak Goreng Bekas. *J Sains dan Kesehat.* 3(2):296–301. doi:10.25026/jsk.v3i2.408.
- Palupi NW, Khrisna P, Setiadi J, Yuwanti S. 2014. Enkapsulasi Cabai Merah dengan Teknik Coacervation Menggunakan Alginat yang Disubstitusi dengan Tapioka Terfotooksidasi. *J*

*Apl Teknol Pangan*. 3(3):87–93.

- Permatasari NA, Deofsila YK. 2021. Perubahan Kualitas Bubuk Pewarna Alami Buah Buni (*Antidesma Bunius* (L) SPRENG) Selama Penyimpanan Dengan Menggunakan Metode Akselerasi. *J Teknol Ind Pertan.* 31(2):176–189. doi:10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.2.176.
- Pogaga E, Yamlean PVY, Lebang JS. 2020. Formulasi Dan Uji Aktivitas Antioksidan Krim Ekstrak Etanol Daun Murbei (*Morus alba* L.) Menggunakan Metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl). *Pharmacoon.* 9(3):349–356. doi:10.35799/pha.9.2020.30018.
- Purnomo W, Khasanah LU, Anandito BK. 2014. Pengaruh Ratio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona Grandis* L.F). *J Apl Teknol Pangan*. 3(3):121–129.
- Puspitasari R, Naufalin R, Purbowati ISM, Wicaksono R. 2024. Ekstraksi Bunga Kecombrang dan Rosela dengan Metode MAE serta Aplikasinya pada Produk Permen Jelly. *J Ilmu Pertan Indones.* 29(3):491–499.
- Putri NI, Chance MJ, Rahardjo PAC, Ananingsih VK. 2019. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Enkapsulan Dalam Proses Pembuatan Serbuk Antosianin Dari Kubis Merah Dan Bunga Telang. *J Teknol Pangan dan Gizi J.* 18(1):1–9.
- Ritoga AM, Furqon, Ifadah RN. 2020. Identification of Physical Properties Changes for Guava (*Psidium guajava* L.) During Storage in Modified Evaporative Cooler. *J Ilmu dan Teknol Pertan.* 4(2):112–120.
- Saputra SH, Sampepana E, Susanty A. 2018. Pengaruh Kemasan Botol, Suhu dan Lama Penyimpanan Sirup Ekstrak Bawang Tiwai (*Eleutheriana americana* Merr) terhadap Metabolik Sekunder dan Mikroba. *J Ris Teknol Ind.* 12(2):156–165.
- Sari, DP. 2019. Pengaruh Perbandingan Pelarut dan Waktu Ekstraksi Terhadap Vitamin C dan Penerimaan Panelis pada Sirup Sari Bunga Kecombrang (*Etlintera elatior*). Skripsi. Bengkulu : Universitas Bengkulu.
- Sebastian M, Surjoseputro S, Setijawaty E. 2023. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin terhadap sifat fisikokimia tepung pericarp manggis (*Garcinia mangostana* L.). *J Teknol Pangan dan Gizi.* 22(1):91–96.
- Silalahi SE, Wrasiaty LP, Anggreni A gung MD. 2015. Karakteristik Bubuk Ekstrak Kulit Buah Jeruk Mandarin (*Citrusreticulata*) Pada Perlakuan Lama Maserasi Dan Konsentrasi Maltodekstrin. *J Rekayasa dan Manaj Agroindustri.* 3(1):73–81.
- Sukandar D, Radiastutu N, Jayanegara I, Muawanah A, Hudaya A. 2011. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Air Bunga Kecombrang (*Etlintera elatior*) Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *J LIPI.* 7(1):1–4.
- Sumarni NK, Mauru YS, Puspitasari DJ, Diharnaini. 2018. Microcapsule Efficiency of Ethanol Extract of Sepal Flower (*Hibiscus sabdariffa* Linn) Coated Crude Carrageenan (*Eucheuma cottoni*). *J Ris Kim.* 4(2):201–207.
- Sudarmadji S. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty. Yogyakarta. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:92686570>.

- Syahidah A, Intan A, Tari N, Widyastuti R. 2022. Sifat kimia dan organoleptik bubuk teh bunga rosella merah ( *Hibiscus sabdariffa* Linn .) dengan variasi waktu pengeringan oven. *J Food Agrocultrual Prod.* 2(1):46–56.
- Tama JB, Kumalaningsih S, Mulyadi AF. 2014. Studi pembuatan bubuk pewarna alami dari daun konsentrasi maltodekstrin dan MgCO<sub>3</sub>. *J Ind.* 3(1):73–82.
- Tristanto NA, Budianta TDW, Utomo AR. 2017. Pengaruh Suhu Penyimpanan Dan Proporsi Teh Hijau: Bubuk Daun Kering Stevia (*Stevia Rebaudiana*) Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Teh Hijau Stevia Dalam Kemasan Botol Plastik. *J Teknol Pangan dan Gizi.* 16(1):21–28.
- Wulansari ID, Admadi B, Mulyani S. 2020. Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kerusakan Antioksidan Ekstrak Daun Asam (*Tamarindusindica* L). *J Rekayasa Dan Manaj Agroindustri.* 8(4):544–550.
- Wulansari KA, Hudi L, Saidi IA. 2022. Physical, Chemical and Organoleptic Characteristics of Red Dragon Fruit Instant Drink Powder (*Hylocereus polyrhizus*). *Procedia Eng Life Sci.* 2(2). doi:10.21070/pels.v2i2.1290.
- Yuliawaty ST, Susanto WH. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisika Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *J Pangan dan Agroindustri.* 3(1):41–51.
- Zahrotunnisa A, Kholifatuddin Y. 2023. Karateristik Fisik dan Kimia Teh Kombucha Daun Tin Instan Berdasarkan Konsentrasi Maltodekstrin Physic and Chemical Charateristics of Instan Tin Kombucha Tea Based On Maltodextrin Concentration. 6:1060–1072.