



Aplikasi mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah (*Gnetum gnemon* L.) pada minuman serbuk *effervescent*

Tagor M. Siregar*, Cindy Gunawan

Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

Article history

Diterima:

21 Juli 2023

Diperbaiki:

6 Agustus 2024

Disetujui:

5 November 2024

Keyword

Acid rasio;

Carotenoids;

Effervescent;

Melinjo;

Microcapsules;

ABSTRACT

*Red melinjo (*Gnetum gnemon* L.) peels have high carotenoid content and have the potential to be a natural food colorant. But it is difficult to dissolve in water, easily degraded by heat, and light. Microencapsulation is the process of coating core material which is easily damaged by using coating material. The purpose of this research is to protect, maintain, and improve the stability and solubility of carotenoid from red melinjo skin extracts. This research consist of two stages, preliminary and main research. In the first stage preliminary research, red melinjo peels were extracted using ethyl acetate and its characteristics were analyzed. In the second stage preliminary research, microencapsulation of extract using spray drying method, then its characteristics were analyzed. In the main research, the determination of the number of microcapsules and the ratio of citric acid and tartaric acid based on the characteristics of the best effervescent powder drink. Characteristics of red melinjo peels extract, water content 18.47%, yield 1.37%, total carotenoid 19.41 mg/g sample, total phenolic 27.86 mg GAE/g sample, and total flavonoid 30.60 mg QE/g sample. Characteristics of microcapsules, encapsulation efficiency 62.10%, solubility of microcapsule 93.44%, total carotenoid 0.29 mg/g sample, total phenolic 1.2 mg GAE/g sample, and total flavonoid 2.23 mg QE/g sample, moisture content 6.18%, yield 65.72%, and vitamin C content 404.37 mg/100g. Selected effervescent powder drink with the treatment of 0.5 gram microcapsules and 1: 2 acid ratio has the highest total carotenoid content, which is 0.05 mg/g sample, pH 6.03, foam volume 129.17 ml, soluble time 156.17 second, water content 8.99%, and the color is red based on °Hue 29.08. The chemical composition are water content 8.99%, ash content 21%, protein content 0.06%, carbohydrate content 69.79%, fat content 0.16%, and vitamin C content of 2.35 mg/100ml.*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : tagor.siregar@uph.edu

DOI 10.21107/agrointek.v19i4.21294

PENDAHULUAN

Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2021), produksi tanaman melinjo di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 255.985 ton. Biji melinjo umumnya dimanfaatkan dalam pembuatan produk emping, namun kulit melinjo belum dimanfaatkan secara optimum. Kulit melinjo memiliki kandungan pigmen alami yaitu senyawa karotenoid (Siregar and Margareta 2019) sehingga berpotensi digunakan sebagai pewarna pada produk makanan. Menurut (Siregar and Margareta 2019), ekstrak etanol kulit melinjo merah memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti total karotenoid 241,22 ppm dan total fenolik 0,386 mg GAE/g. Senyawa karotenoid memiliki sifat sukar larut dalam air, mudah terdegradasi oleh panas, dan cahaya, sehingga agar lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya perlu dilakukan proses mikroenkapsulasi (Jayanudin and Rochmadi 2017). Metode mikroenkapsulasi yang umum digunakan dalam industri pangan adalah metode *spray drying* (Setyawan et al. 2018). Pada penelitian ini proses mikroenkapsulasi dilakukan terhadap ekstrak kulit melinjo merah dan produk mikrokapsul yang diperoleh kemudian diaplikasikan pada pembuatan minuman serbuk *effervescent*.

Minuman serbuk *effervescent* merupakan minuman kesehatan yang memiliki warna, aroma, dan rasa yang menarik. Selain itu adanya pencampuran asam dengan basa dapat menghasilkan gas karbon dioksida yang memberikan sensasi rasa segar dan dapat meningkatkan kelarutan mikrokapsul (Syamsul and Supomo 2014). Salah satu faktor yang dapat memengaruhi karakteristik dari minuman serbuk *effervescent* adalah rasio dan jenis asam (Widyaningrum et al. 2015). Jenis asam yang umumnya digunakan adalah asam sitrat dan asam tartarat karena dapat digunakan sebagai *flavor enhancer*, mudah didapatkan, harganya murah, dan memiliki kelarutan tinggi (Syamsul and Supomo 2014).

Pada penelitian ini dilakukan penentuan jumlah mikrokapsul dan rasio asam sitrat dengan asam tartarat yang paling optimum berdasarkan karakteristik minuman serbuk *effervescent* mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik ekstrak dan mikrokapsul kulit melinjo merah serta

menentukan jumlah mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah dan rasio asam sitrat dengan asam tartarat yang paling optimum berdasarkan karakteristik minuman serbuk *effervescent*.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit melinjo merah. Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi kulit melinjo merah adalah pelarut etil asetat (*food grade*). Bahan penyalut yang digunakan untuk mikroenkapsulasi adalah *arabic gum*. Bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman serbuk *effervescent* adalah natrium bikarbonat (*food grade*), asam sitrat, asam tartarat, dan pemanis sukralosa-sorbitol. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah heksana, K₂SO₄, selenium, H₂SO₄, H₂O₂, NaOH 35%, asam borat 4%, *mixed indicator*, buffer (pH 4, 7, 10), petroleum eter, aseton, asam askorbat, Folin-Ciocalteu 10%, Na₂CO₃, etanol, asam galat, *quercetine*, dan AlCl₃ 2%.

Alat

Alat-alat yang digunakan selama penelitian adalah *cabinet dryer* (Wangdi W-1), *disc mill*, *Rotary Evaporator* (Buchi R-210), *spray dryer* (Buchi mini spray dryer B-290), *Ultrasonicator* (Krisbow), spektrofotometer Vis (Thermo Spectronic Genesys 20), *chromameter* (Konica Minolta CR-400/410), dan *Rotary Evaporator* (Heidolph), *Rotavac Valve Control* (Heidolph), (Lauda) Chiller.

Desain Penelitian

Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial menggunakan dua faktor dan tiga kali pengulangan yaitu jumlah mikrokapsul dan rasio asam sitrat dan asam tartarat. Variasi jumlah mikrokapsul yang ditambahkan sebanyak 0,3, 0,4, 0,5 gram berdasarkan metode *trial and error*. Variasi jenis asam terdiri dari asam sitrat dan asam tartarat dengan perbandingan (1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1). Analisis statistik dilakukan menggunakan SPSS *Two Way Anova*.

Ekstraksi Kulit Melinjo Merah

Ekstraksi kulit melinjo merah mengacu pada (Siregar and Utami 2014) melinjo merah dikeringkan dengan *cabinet dryer* 50°C selama 24 jam. Kulit melinjo kering dihaluskan dengan *disc mill*

kemudian *dry blender* dan diayak dengan ayakan mesh 35 sehingga dihasilkan serbuk kulit melinjo. 75 g Serbuk kulit melinjo ditimbang, kemudian diekstraksi dengan 300 ml pelarut etil asetat. Ekstraksi dilakukan pada suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) selama 24 jam dengan pengadukan konstan menggunakan *shaker*. Setelah itu difiltrasi dengan *vacuum Buchner* dan kertas saring Whatman no.1 dan pelarut yang terdapat pada filtrat diuapkan dengan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 55°C hingga diperoleh ekstrak.

Mikroenkapsulasi Ekstrak Kulit Melinjo Merah

Mikroenkapsulasi ekstrak kulit melinjo merah yang diperoleh dilakukan dengan metode *spray drying* sesuai dengan Siregar dan Margareta (2019). Bahan Bahan penyalut *Arabic Gum* dilarutkan dalam air pada suhu 60°C dengan perbandingan bahan penyalut dan air 1:15 (w/v), setelah itu diultrasonikasi dengan frekuensi 47 kHz selama 6 menit. Ekstrak kulit melinjo merah dicampur dengan larutan bahan penyalut dengan perbandingan 1:20 (0,2 g ekstrak dan 4 g bahan penyalut), lalu dilarutkan dengan air destilasi hingga volumenya mencapai 100 ml. Larutan *feed* yang diperoleh dimasukkan ke dalam alat *spray drying* untuk proses mikroenkapsulasi dengan suhu inlet 150°C , suhu outlet 72°C , aspirator 100%, *pump* 30%, dan *Q-flow* 4 cm (± 600 ml/h).

Aplikasi Mikrokapsul Ekstrak Kulit Melinjo Merah Pada Minuman *Effervescent*

Dalam pembuatan minuman *effervescent* ini digunakan kombinasi dua jenis asam karena penggunaan satu jenis asam akan menimbulkan kesukaran dalam pembentukan buih dan serbuk yang melekat (Syamsul and Supomo 2014). Jenis pemanis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemanis buatan sukralosa-sorbitol. Penambahan pemanis bertujuan untuk memperbaiki rasa asam (Dewi et al. 2014). Selain itu keunggulan dari pemanis jenis sukralosa-sorbitol adalah tidak menimbulkan *aftertaste* pahit, rendah kalori, dan dapat dikonsumsi oleh penderita diabetes (Aini et al. 2016). Formulasi campuran *effervescent* ditentukan berdasarkan kaidah stoikiometri, satu molekul asam sitrat bereaksi dengan 3 molekul NaHCO_3 dan 1 molekul asam tartarat bereaksi dengan 2 molekul NaHCO_3 , sehingga perbandingan NaHCO_3 , asam sitrat, dan asam tartarat adalah 54:27:19. Total campuran *effervescent* adalah 4 gram berdasarkan kemampuan memberikan efek

effervescing maksimum (Suteja 2012). Sedangkan jumlah mikrokapsul dan pemanis sukralosa-sorbitol (diabetasol) ditentukan berdasarkan metode *trial and error*. Proses pencampuran minuman serbuk *effervescent* mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah terbagi menjadi dua tahap berdasarkan metode *trial and error*. Tahap pencampuran dilakukan dua tahap untuk mencegah terjadinya penggumpalan pada produk. Asam sitrat dan asam tartarat diperkecil ukurannya terlebih dahulu. Pada pencampuran tahap I mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah ditambahkan dengan asam sitrat, asam tartarat, pemanis, dan $\frac{1}{4}$ bagian NaHCO_3 dari total natrium karbonat yang digunakan. Pencampuran tahap II dilakukan dengan menambahkan sisa $\frac{3}{4}$ bagian NaHCO_3 (Listyoningsih et al. 2018).

Parameter Analisis

Proksimat

Penentuan kadar air, abu, lemak, protein dan karbohidrat dilakukan dengan metode AOAC (2005).

Total Fenolik

Analisis total fenolik dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu (Ahmed et al. 2019). Sebagai standar pada metode ini digunakan asam galat. Asam galat diencerkan pada konsentrasi (20, 40, 60, 80 mg/l). Blank yang digunakan adalah akuades dan etanol PA. Ekstrak kulit melinjo merah yang dilarutkan dalam etanol, sedangkan mikrokapsul dilarutkan dengan air destilasi. Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan dengan 2,5 ml larutan Folin Ciocalteu 10%, dan ditambahkan 2 ml Na_2CO_3 . Larutan tersebut di *vortex* dan diinkubasi pada ruang gelas selama 30 menit. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 765 nm.

Perhitungan total fenol dihitung dengan Persamaan (1) dalam satuan mg GAE (*Gallic Acid Equivalents*)/g sampel.

$$\text{Total fenolik} = \frac{C \times V \times fp}{g} \quad (1)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi fenolik (nilai x)

V = Volume ekstrak yang digunakan (ml)

Fp = Faktor pengenceran

g = berat sampel yang digunakan (g)

Total Flavonoid

Analisis total flavonoid dilakukan berdasarkan prosedur yang dilakukan Ahmed et al. (2019) Kurva standar dibuat dengan menimbang *quercetine* sebanyak 5 mg kemudian diencerkan dengan etanol PA dalam labu takar hingga 100 ml (50 mg/l). Diencerkan kembali dengan konsentrasi (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 mg/L). *quercetine* yang sudah diencerkan dengan pengenceran tertentu diambil sebanyak 2 ml kedalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan dengan 2 ml AlCl_3 2%, vortex, dan dibaca dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 415 nm. Setelah didapatkan kurva standar *quercetin* digantikan dengan sampel. Sampel diencerkan dengan menggunakan etanol PA hingga konsentrasi tertentu yang sesuai. Kemudian sampel diambil sebanyak 2 ml dan ditambahkan dengan 2 ml AlCl_3 2% vortex, dan dibaca dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 415 nm. Blank menggunakan etanol PA.

Total Karotenoid

Kandungan total karotenoid akan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 450 nm berdasarkan prosedur yang dilakukan oleh (de Carvalho et al. 2012). Ekstrak kulit melinjo merah dilarutkan dalam pelarut petroleum eter pro analisis hingga volume tertentu. Kemudian ekstrak pada tingkat pengenceran yang telah ditetapkan, dimasukkan kedalam kuvet dan dibaca absorbansinya. Pada sampel mikrokapsul dilarutkan terlebih dahulu dengan 1,5 ml air destilat untuk melarutkan bahan penyalut. Kemudian ditambahkan aseton sebanyak 2 ml dan dilarutkan kembali dengan petroleum eter hingga volumenya 10 ml. Larutan tersebut kemudian disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Larutan akan terpisah dimana larutan yang mengandung karotenoid di bagian atas dan larutan tidak berwarna di bagian bawah. larutan bagian atas yang mengandung karotenoid diukur absorbansinya pada panjang gelombang 450 nm. Hasil yang didapatkan dimasukkan dan dihitung total karotenoidnya baik pada ekstrak dan mikrokapsul dengan Persamaan (2).

Vitamin C

Vitamin C pada penelitian ini diukur dengan menggunakan spektrofotometer berdasarkan prosedur yang dilakukan Badriyah dan Manggara (2015). Asam askorbat digunakan sebagai standar

untuk membuat kurva standar dan diencerkan dalam 4, 8, 12, 16, dan 20 mg/L. Sampel yang mau diukur kandungan vitamin C nya ditimbang dan diencerkan pada pengenceran tertentu hingga didapatkan *range* absorbansi yang masuk ke dalam kurva standar. Pembacaan absorbansi dengan panjang gelombang 265 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

$$\text{Total Karotenoid} \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{A \times V (\text{ml}) \times \text{faktor pengenceran}}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times P(\text{g}) \times 1000} \quad (2)$$

Keterangan:

A = Absorbansi sampel

V = Total volume ekstrak (ml)

P = Berat sampel (g)

$A_{1\text{cm}}^{1\%} = 0.2592$ (β -carotene Extinction Coefficient in petroleum ether)

Waktu Larut

Penentuan Waktu larut serbuk *effervescent* dilakukan berdasarkan prosedur yang dilakukan Gozal (2017). Serbuk *effervescent* dilarutkan dalam 100 ml air hingga semua serbuk larut dengan sempurna. Penentuan waktu larut dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*.

Volume Buih

Pengukuran volume buih dilakukan berdasarkan (Gozal 2017). Volume buih yang terbentuk ditentukan dengan melarutkan serbuk *effervescent* sebanyak satu ukuran saji dalam 100 ml air pada gelas ukur 500 ml. Volume buih terbesar yang terbentuk akan dikurangi dengan volume awal yang terbentuk selama proses pelarutan berlangsung sehingga didapatkan volume buih yang dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$\text{Volume buih (ml)} = \text{volume buih terbesar} - \text{volume awal larutan (ml)} \quad (3)$$

Kelarutan Mikrokapsul dalam Air

Kelarutan mikrokapsul dalam air ditentukan berdasarkan Hasrini et al. (2017). Sebanyak 0,1 g bahan dilarutkan dalam 10 ml akuades dalam gelas *beaker*, lalu dimasukkan ke dalam tabung *centrifuge* untuk disentrifugasi (3500 rpm, 5 menit). Supernatan diambil sebanyak 4 ml, dipindahkan ke dalam cawan, dikeringkan di

dalam oven pada suhu 105°C lalu ditimbang dan dicatat hasilnya. Nilai kelarutan mikrokapsul di dalam air dapat dihitung dengan Persamaan (4).

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{\text{Berat Sampel Akhir} \times 2,5}{\text{Berat Sampel Awal}} \times 100 \quad (4)$$

Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi (%) dilakukan sesuai dengan Yogaswara et al. (2017), untuk mengukur keefektifan proses enkapsulasi berdasarkan jumlah karotenoid dengan menggunakan Persamaan (5).

$$\text{Efisiensi Enkapsulasi} = \frac{\text{Kandungan Karotenoid Pada Mikrokapsul}}{\text{Kandungan Karotenoid Pada Larutan Feed}} \times 100 \quad (5)$$

Warna (Kha et al. 2014)

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat *Chromameter* Konica Minolta CR-400/410. Sebanyak 0,2 g sampel bubuk mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah ditimbang dan dilarutkan dalam 25 ml air destilasi, demikian juga halnya untuk sampel serbuk *effervescent*. Kemudian sampel dibaca dengan alat *Chromameter* dan akan muncul hasil data berupa nilai L, a, dan b. Nilai L menunjukkan *lightness*, semakin tinggi nilai L maka warna semakin putih. Nilai a menunjukkan warna merah (+) sampai hijau (-). Nilai b menunjukkan warna kuning (+) sampai biru (-). Dari data yang didapatkan tersebut akan dihitung nilai °Hue dengan Persamaan (6).

$$^{\circ}\text{Hue} = \arctan \left(\frac{b}{a} \right) \quad (6)$$

Rendemen (Sulastri et al. 2019)

Rendemen yang diukur pada ekstrak kulit melinjo merah dapat dihitung dengan membandingkan rasio antara berat ekstrak kulit melinjo merah yang dihasilkan dengan berat awal serbuk kasar kulit melinjo merah. Sedangkan rendemen mikrokapsul dihitung dengan membandingkan rasio antara berat kering mikrokapsul dengan berat ekstrak kulit melinjo merah awal sebelum proses *spray drying*. Rumus rendemen ekstrak dan mikrokapsul dinyatakan pada Persamaan (7) dan (8).

$$\text{Rendemen Ekstrak (\%)} = \frac{\text{Berat Ekstrak Kulit Melinjo Merah (g)}}{\text{Berat Awal Serbuk Kulit Melinjo Merah (g)}} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Rendemen Mikrokapsul (\%)} = \frac{\text{Berat Kering Mikrokapsul (g)}}{\text{Berat Ekstrak Kulit Melinjo Merah (g)}} \times 100 \quad (8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Ekstrak Etil Asetat Kulit Melinjo Merah

Berdasarkan data Tabel 1, rendemen ekstrak kulit melinjo merah yang diperoleh sebesar 1,37%, lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Parhusip and Sitanggang (2011), yang memperoleh rendemen ekstrak kulit melinjo merah sebesar 2,43% menggunakan pelarut etil asetat.

Tabel 1 Karakteristik ekstrak etil asetat kulit melinjo merah

Parameter	Kadar
Kadar Air (%)	18,47 ± 0,24
Rendemen (%)	1,37 ± 0,06
Total Karotenoid (mg/g)	19,41 ± 0,26
Total Fenolik (mg GAE/g)	27,86 ± 1,16
Total Flavonoid (mg QE/g)	30,60 ± 0,86

Kandungan total karotenoid ekstrak etil asetat kulit melinjo merah yang diperoleh sebesar 19,41 mg/g. Total karotenoid yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian (Siregar and Margareta 2019), yang menyatakan bahwa total karotenoid ekstrak etil asetat kulit melinjo merah sebesar 17,69 mg/g sampel. Pembentukan pigmen pada tumbuhan dapat dipengaruhi oleh faktor seperti suhu, intensitas cahaya dan pH tanah tempat tanaman tersebut dibudidayakan (Hasidah et al. 2017)

Kandungan total fenolik dan flavonoid yang didapatkan berturut-turut sebesar 27,86 mg GAE/g dan 30,60 mg QE/g lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian Cornelia et al. (2009) dimana ekstrak etanol kulit melinjo merah memiliki kandungan total fenolik sebesar 0,386 mg GAE/g dan total flavonoid 2,74 mg QE/g. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan waktu maserasi. Menurut Amelinda et al. (2018), waktu maserasi berpengaruh signifikan terhadap kandungan total fenolik dan senyawa

fitokimia lainnya. Selain itu faktor lainnya seperti tempat dimana tanaman melinjo dibudidayakan, usia tanaman, kekuatan dinding sel tanaman juga dapat memengaruhi kandungan total fenolik (Tanamal et al. 2017).

Karakteristik Mikrokapsul Ekstrak Kulit Melinjo Merah

Berdasarkan data Tabel 2, kadar air mikrokapsul ekstrak yang diperoleh sebesar 6,18%. Hal ini dapat disebabkan oleh bahan penyalut *arabic gum* yang digunakan mengikat molekul air dengan kuat, sehingga selama proses *spray drying* molekul air sulit untuk diuapkan (Khasanah et al. 2015).

Efisiensi enkapsulasi yang diperoleh sebesar 62,10%, lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian (Siregar and Margareta 2019) dimana efisiensi yang diperoleh berkisar antara 74,29-91,23%. Hal ini disebabkan suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan ketidakseimbangan laju penguapan molekul air dan laju pengerasan permukaan film. Selain itu berat inti yang semakin meningkat mengakibatkan *arabic gum* tidak optimal dalam menyalut seluruh senyawa karotenoid sehingga efisiensi enkapsulasi menurun (Jayanudin et al. 2017).

Kandungan total karotenoid mikrokapsul adalah sebesar 0,29 mg/g sampel. Perubahan kandungan total karotenoid pada mikrokapsul dapat disebabkan oleh jenis bahan penyalut dan rasio bahan inti dengan bahan penyalut yang digunakan. Sebagai bahan penyalut, *arabic gum* kemungkinan tidak optimal dalam menyalut seluruh senyawa karotenoid sehingga terjadi penurunan total karotenoid (Jayanudin et al. 2017). Bahan inti yang dilapisi oleh bahan penyalut juga dapat mengalami degradasi oleh suhu, cahaya, dan oksigen baik selama proses *spray drying* maupun selama penyimpanan (Hasrini et al. 2017). Struktur kimia senyawa karotenoid yang terdiri atas rantai poliena (ikatan rangkap alifatik terkonyugasi) rentan terhadap terhadap proses oksidasi dan isomerisasi. Oksidasi terjadi oleh adanya oksigen yang dapat mengakibatkan perubahan karotenoid menjadi *apocarotenoid* dan *apocarotenals*. Fragmentasi struktur karotenoid menyebabkan penurunan massa molekul. Isomerisasi akan mengakibatkan terjadinya perubahan struktur dari trans-karotenoid menjadi cis-karotenoid dan penurunan massa molekul karotenoid (Sulistyaningrum 2014).

Tabel 2 Karakteristik mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah

Parameter	Kadar
Kadar Air (%)	6,18 ± 0,05
Rendemen (%)	65,72 ± 5,74
Total Karotenoid (mg/g)	0,29 ± 0,01
Total Fenolik (mgGAE/g)	1,21 ± 0,09
Total Flavonoid (mg QE/g)	2,23 ± 0,15
Vitamin C (mg/100 g)	404,37 ± 19,98
Efisiensi enkapsulasi(%)	62,10 ± 0,92
Kelarutan mikrokapsul (%)	93,44 ± 0,90
°Hue	Merah (25,86 ± 0,24)

Kandungan total fenolik mikrokapsul yang diperoleh sebesar 1,21 mg GAE/g sampel dan kandungan total flavonoid sebesar 2,23 mg QE/g. Senyawa fenolik dan flavonoid merupakan senyawa yang sensitif terhadap panas, sehingga proses *spray drying* dengan suhu tinggi 150°C dapat menurunkan kandungan senyawa fenolik yang terdapat dalam ekstrak (Siregar and Kristanti 2019).

Kelarutan mikrokapsul yang diperoleh adalah sebesar 93,44%. Menurut Khasanah et al. (2015), kelarutan mikrokapsul dalam air yang baik adalah lebih besar dari 90%.

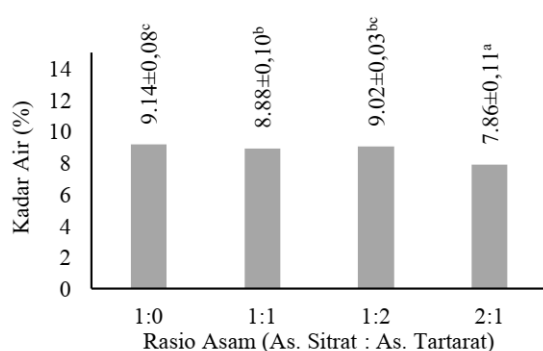
Rata-rata nilai °Hue mikrokapsul adalah sebesar 25,86, yang mengindikasikan warna merah (Shevell 2003).

Pengaruh Jumlah Mikrokapsul Ekstrak Kulit Melinjo Merah dan Rasio Asam terhadap Karakteristik Minuman Serbuk *Effervescent* Kadar Air

Kadar air merupakan parameter yang dapat menentukan stabilitas mutu suatu produk selama penyimpanan. Kadar air minuman serbuk *effervescent* per takaran saji pada semua variasi perlakuan berkisar antara 7,86-9,14%. Berdasarkan SNI 01-4320-1996, minuman serbuk instan memiliki syarat maksimum kadar air sebesar 3%, sehingga kadar air minuman serbuk *effervescent* tidak memenuhi persyaratan minuman serbuk instan.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rasio asam sitrat dengan asam tartarat berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap kadar air minuman serbuk *effervescent*.

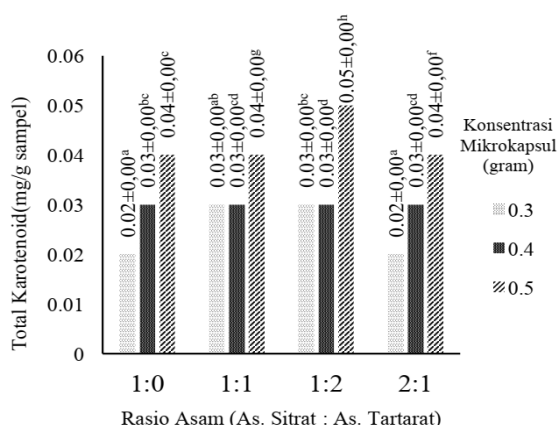
Gambar 1 menunjukkan perlakuan rasio asam sitrat dengan asam tartarat 1:0, menghasilkan kadar air yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Widyaningrum et al. (2015) yang menunjukkan bahwa kadar air serbuk *effervescent* daun pandan tertinggi terdapat pada perlakuan yang hanya menggunakan asam sitrat dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan asam tartarat. Asam sitrat dan asam tartarat bersifat higroskopis pada udara dengan kelembaban tinggi, terutama pada saat proses pencampuran mikrokapsul dengan *effervescent mix* (Harahap et al. 2017).



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 1 Pengaruh rasio asam terhadap kadar air (%) minuman serbuk *effervescent*

Total Karotenoid



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 2 Pengaruh rasio asam terhadap total karotenoid minuman serbuk *effervescent*

Minuman serbuk *effervescent* yang memiliki kandungan total karotenoid tertinggi adalah pada perlakuan jumlah mikrokapsul sebesar 0,5 gram

dan rasio asam sitrat dengan asam tartarat 1:2, sedangkan kandungan total karotenoid terendah adalah pada perlakuan jumlah mikrokapsul 0,3 gram dan rasio asam sitrat dengan asam tartarat 1:0.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa adanya pengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) dari interaksi antara jumlah mikrokapsul dan rasio asam terhadap total karotenoid. Gambar 2 menunjukkan kenaikan kandungan total karotenoid seiring dengan peningkatan jumlah mikrokapsul. Setiap satu gram mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah mengandung total karotenoid sebesar 0,29 mg, sehingga kenaikan jumlah mikrokapsul yang ditambahkan pada minuman serbuk *effervescent* maka meningkatkan juga kandungan karotenoidnya. Rasio asam sitrat dan asam tartarat yang ditambahkan memiliki pengaruh signifikan terhadap kandungan total karotenoid minuman serbuk *effervescent* yang dihasilkan. Kenaikan rasio asam tartarat yang ditambahkan maka kandungan total karotenoid menjadi semakin meningkat. Sebaliknya asam sitrat mengakibatkan penurunan kandungan total karotenoid pada minuman serbuk *effervescent*. Hal ini berkaitan dengan pH minuman serbuk *effervescent*, dimana senyawa karotenoid bersifat lebih stabil pada pH netral dan basa namun tidak stabil pada kondisi pH asam (Wahyuni and Widjanarko 2015). Asam tartarat akan habis bereaksi dengan molekul natrium bikarbonat sehingga meningkatkan nilai pH minuman. Berdasarkan kaidah stoikiometri asam tartarat hanya membutuhkan dua molekul natrium bikarbonat untuk bereaksi sedangkan asam sitrat membutuhkan tiga molekul (Widyaningrum et al. 2015).

Hue

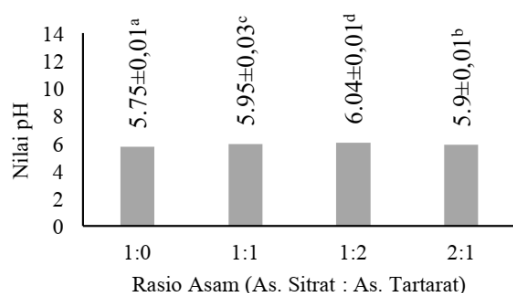
Nilai °Hue dari semua perlakuan berkisar antara 29,28-30,73°. Nilai °Hue tersebut menunjukkan warna pigmen karotenoid yaitu merahjingga-kuning. Berdasarkan sistem warna menurut Munsell kisaran nilai °Hue 18-90° memiliki warna *Red(R)*-*Yellow Red (YR)* (Shevell 2003).

Nilai °Hue mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio asam tartarat, namun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya rasio asam

sitrat. Hasil ini sesuai dengan nilai pH yang didapatkan, dimana kenaikan rasio asam tartarat menyebabkan nilai pH akan semakin mendekati netral dan semakin banyak rasio asam sitrat nilai pH semakin rendah (asam). Hasil penelitian Indriyani et al. (2018) menunjukkan bahwa perlakuan pH 4 mengakibatkan penurunan kandungan karotenoid ekstrak pigmen buah pandan terbesar, sedangkan perlakuan pH 7 (netral) dan suhu dingin menyebabkan pigmen karotenoid lebih stabil dan memberikan hasil penurunan terkecil.

pH

Rata-rata nilai pH pada semua kombinasi perlakuan berkisar antara 5,75-6,04. Nilai pH tersebut menunjukkan pH asam. Anova et al. (2016) menyatakan bahwa nilai pH larutan *effervescent* yang baik adalah jika pH mendekati netral, yaitu 6-7. Sehingga nilai pH semua perlakuan pada penelitian ini memenuhi persyaratan nilai pH minuman serbuk *effervescent*.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

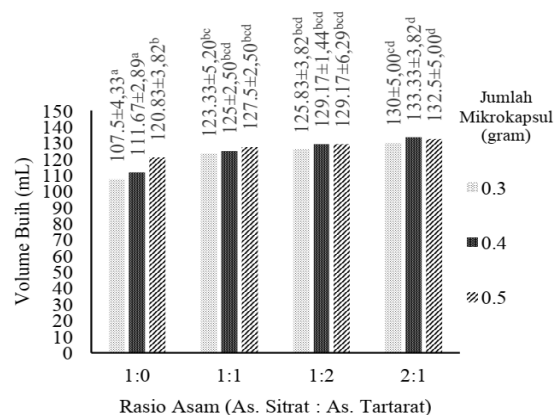
Gambar 3 Pengaruh rasio asam terhadap pH minuman serbuk *effervescent*

Gambar 3 menunjukkan perlakuan rasio asam sitrat dengan asam tartarat 1:0 memiliki pH terendah. Peningkatan rasio asam tartarat memberikan nilai pH yang relatif lebih tinggi dan mendekati netral. Nilai pH mendekati netral karena natrium bikarbonat dengan asam sitrat dan asam tartarat bereaksi secara maksimal. Berdasarkan kaidah stoikiometri satu molekul asam sitrat bereaksi dengan tiga molekul natrium bikarbonat dan satu molekul asam tartarat bereaksi dengan dua molekul natrium bikarbonat (Patel and Siddaiah, 2018). Faktor lainnya yang dapat memengaruhi adalah terbentuknya CO_2 dari hasil reaksi serbuk *effervescent* dalam air akan membentuk asam karbonat sehingga ion H^+ berkurang dan berakibat pada nilai pH yang lebih

rendah (Listyoningsih et al. 2018). Kisaran pH minuman serbuk *effervescent* yang didapatkan pada penelitian ini tidak begitu asam sehingga aman untuk dikonsumsi. Selain itu pH yang sedikit asam memberikan rasa dan sensasi segar pada minuman serbuk *effervescent* (Dewi et al. 2014).

Volume Buih

Volume buih rata-rata pada semua perlakuan berkisar antara 107,5 – 133,33 ml seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Volume buih terendah yang dihasilkan terdapat pada perlakuan jumlah mikrokapsul 0,3 gram dan rasio asam 1:0, yaitu 107,5 ml. Volume buih tertinggi pada perlakuan jumlah mikrokapsul 0,4 gram dan rasio asam 2:1, yaitu 133,33 ml.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 4 Pengaruh rasio asam terhadap volume buih minuman serbuk *effervescent*

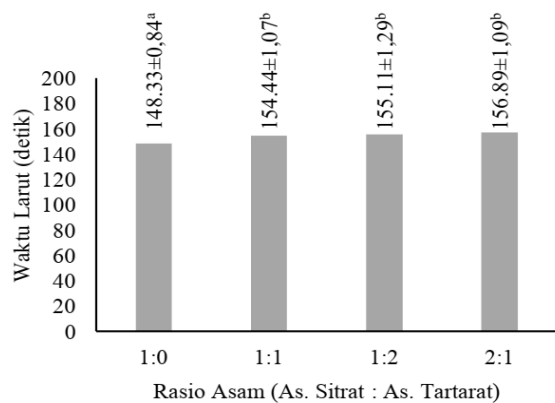
Kenaikan jumlah mikrokapsul dan rasio asam sitrat dengan asam tartarat cenderung meningkatkan volume buih yang dihasilkan. Hal ini disebabkan mikrokapsul kulit melinjo merah memiliki kandungan asam organik seperti asam askorbat yang ikut bereaksi dengan natrium bikarbonat sehingga larutan menjadi semakin asam dan volume buih meningkat (Shrestha et al. 2012).

Waktu Larut

Waktu larut semua kombinasi perlakuan pada penelitian ini memiliki rentang antara 148,33-156,89 detik seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. Hal ini memenuhi persyaratan waktu larut sediaan

effervescent yang baik, yaitu kurang dari 5 menit atau 300 detik (Dewi et al. 2014).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rasio asam sitrat dengan asam tartarat memiliki pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap waktu larut minuman serbuk *effervescent*. Pada perlakuan rasio asam sitrat dengan asam tartarat 1:0 memberikan waktu larut terendah. Hasil penelitian (Harahap et al. 2017) menyatakan bahwa kenaikan rasio asam sitrat dapat meningkatkan kelarutan serbuk *effervescent*. Namun kenaikan rasio asam sitrat dan asam tartarat meningkatkan waktu larut minuman serbuk *effervescent*. Menurut Widyaningrum et al. (2015), waktu larut sebanding dengan volume buih yang dihasilkan. Jika volume buih yang dihasilkan meningkat maka waktu larut juga semakin meningkat, begitu pula sebaliknya.



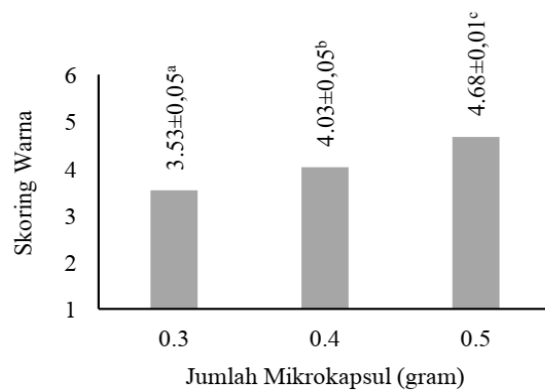
Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 5 Pengaruh rasio asam terhadap waktu larut minuman serbuk *effervescent*

Pengujian Organoleptik Skoring

Warna merupakan parameter penting yang dapat menentukan penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Warna pada penelitian ini berhubungan dengan kandungan pigmen karotenoid yang terdapat pada kulit melinjo merah (Wahyuni and Widjanarko, 2015). Hasil analisis statistik menunjukkan jumlah mikrokapsul berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) pada penilaian panelis terhadap warna. Nilai skor yang diberikan panelis terhadap warna berkisar antara 3,53-4,68 yang dapat diartikan agak merah-merah.

Kenaikan jumlah mikrokapsul yang ditambahkan, maka panelis memberikan skor penilaian warna merah yang juga semakin meningkat. Warna yang paling merah menurut panelis adalah pada penambahan jumlah mikrokapsul 0,5 gram. Warna yang paling tidak merah menurut panelis adalah pada perlakuan jumlah mikrokapsul 0,3 gram.

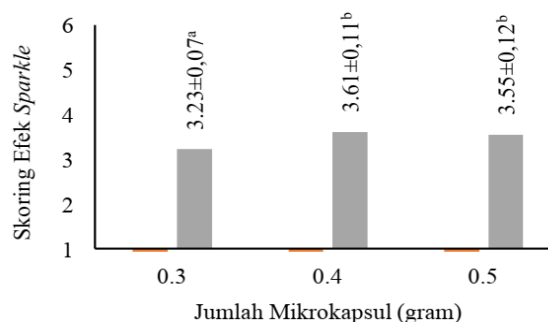


Keterangan:

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)
- Skor 1 = sangat tidak merah, 2 = tidak merah, 3 = agak tidak merah, 4 = agak merah, 5 = merah, dan 6 = sangat merah

Gambar 6. Pengaruh Jumlah Mikrokapsul Terhadap Skoring Warna Minuman Serbuk *Effervescent*

Gambar 7 menunjukkan kisaran skor yang diberikan panelis terhadap efek *sparkle* adalah 3,23- 3,61 yang dapat diartikan sebagai agak tidak terasa-agak terasa. Kenaikan jumlah mikrokapsul meningkatkan skor panelis terhadap efek *sparkle* minuman serbuk *effervescent*.

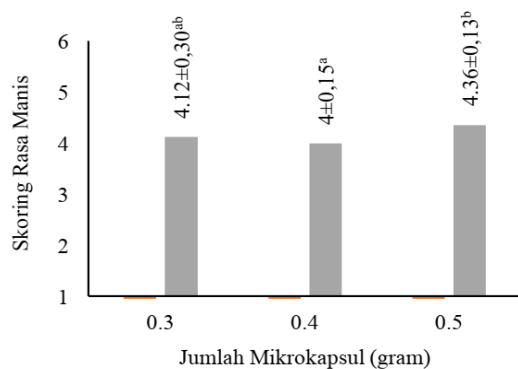


Keterangan:

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)
- Skor 1 = sangat tidak terasa, 2 = tidak terasa, 3 = agak tidak terasa, 4 = agak terasa, 5 = terasa, dan 6 = sangat terasa

Gambar 7 Pengaruh jumlah mikrokapsul terhadap Skoring Efek *Sparkle* Minuman Serbuk *Effervescent*

Gambar 8 menunjukkan jumlah mikrokapsul berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) pada penilaian panelis terhadap skoring rasa manis minuman serbuk *effervescent*. Pada penambahan mikrokapsul sebesar 0,3 gram tidak berbeda signifikan dengan 04 gram namun berbeda signifikan dengan penambahan 0,5 gram.



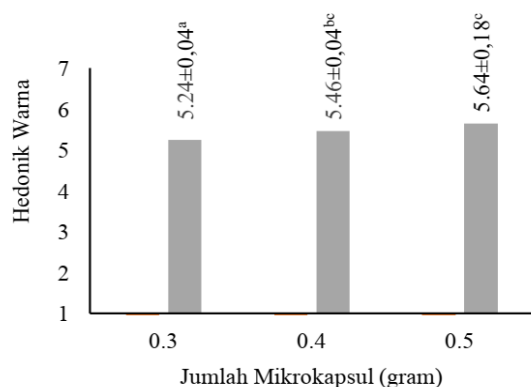
Keterangan:

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)
- Skor 1 = sangat tidak manis, 2 = tidak manis, 3 = agak tidak manis, 4 = agak manis, 5 = manis, dan 6 = sangat manis

Gambar 8 Pengaruh jumlah mikrokapsul terhadap skoring rasa manis minuman serbuk *effervescent*

Hedonik

Hasil analisis statistik menunjukkan adanya pengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) jumlah mikrokapsul terhadap tingkat kesukaan warna minuman serbuk *effervescent*.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 9 Pengaruh jumlah mikrokapsul terhadap hedonik warna minuman serbuk *effervescent*

Berdasarkan Gambar 9, nilai hedonik yang diberikan oleh panelis terhadap warna minuman serbuk *effervescent* berkisar antara 5,2-5,88 dapat diartikan agak suka. Panelis paling menyukai warna minuman serbuk *effervescent* dengan jumlah mikrokapsul 0,5 gram dimana warna merah lebih intens, namun hasil tingkat kesukaan tidak berbeda nyata dengan perlakuan jumlah 0,4 gram. Rasio asam tidak memiliki pengaruh signifikan pada tingkat kesukaan panelis terhadap warna minuman serbuk *effervescent*.

Minuman Serbuk *Effervescent* terpilih

Penentuan minuman serbuk *effervescent* terpilih ditentukan berdasarkan total karotenoid, volume buih, waktu larut, pH, warna ($^{\circ}$ Hue), kadar air, dan uji organoleptik (skoring dan hedonik). Hasil penelitian menunjukkan jumlah mikrokapsul 0,5 gram dan rasio asam sitrat dengan asam tartarat 1:2 merupakan minuman serbuk *effervescent* terpilih.

Tabel 3 Komposisi kimia dan fisik minuman serbuk *effervescent* terpilih

Parameter	Serbuk <i>Effervescent</i> terpilih
Kadar Air (%)	8,99 ± 0,37
Kadar Abu (%)	21,00 ± 0,33
Kadar Karbohidrat (%)	69,79 ± 0,05
Kadar Lemak (%)	
Kadar Protein (%)	0,16 ± 0,05
Total Karotenoid (mg/g)	0,06 ± 0,00
pH	0,05
Warna ($^{\circ}$ Hue)	6,03
Waktu larut (detik)	29,08
	156,17

Minuman serbuk *effervescent* terpilih memiliki kadar air sebesar 8,99%, dimana nilai kadar air belum sesuai dengan persyaratan SNI 01-4320-1996 yaitu kadar air maksimum untuk minuman serbuk instan adalah 3%. Kandungan total karotenoid tertinggi dari semua perlakuan, yaitu 0,05 mg/g sampel. Nilai $^{\circ}$ Hue 29,08 dan L* 45,34 berdasarkan Shevell (2003) menunjukkan warna Red (R) - Yellow Red (YR) pada minuman serbuk *effervescent*. pH yang paling mendekati netral sebesar 6,03, sesuai dengan Anova et al. (2016) yang menyatakan bahwa nilai pH minuman *effervescent* yang baik adalah jika pH mendekati netral, yaitu 6-7. Waktu larut sebesar 156,17 detik

memenuhi persyaratan waktu larut sediaan *effervescent* yang baik, yaitu kurang dari lima menit (Dewi et al. 2014). Berdasarkan organoleptik, minuman serbuk *effervescent* yang paling disukai oleh panelis adalah perlakuan penambahan jumlah mikrokapsul sebanyak 0,5 gram.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air serbuk *effervescent* sebesar 8,99%. Persentase kadar air ini tergolong cukup tinggi jika dibandingkan dengan serbuk *effervescent* dari daun pandan yang sama-sama memvariasikan asam sitrat dengan asam tartarat, yaitu sebesar 6,98% (Widyaningrum et al. 2015). Kadar abu serbuk *effervescent* dilakukan dengan metode pengabuan kering. Pengukuran kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral yang ada dalam minuman serbuk *effervescent* terpilih. Kadar abu minuman serbuk *effervescent* adalah 21%. Kadar abu pada penelitian ini lebih tinggi karena kandungan mineral yang terdapat pada bahan campuran *effervescent*, yaitu natrium bikarbonat (Harahap et al. 2017). Kadar abu serbuk *effervescent* dari ekstrak kulit buah manggis berkisar antara 16,22-24,35% (Harahap et al. 2017). Pada penelitian Cornelia et al. (2009) kadar karbohidrat pada kulit melinjo merah sebesar 21,6%. Pada penelitian ini kadar karbohidrat minuman serbuk *effervescent* sebesar 69,79%. Tingginya kandungan karbohidrat ini dapat dipengaruhi oleh sorbitol sukralosa yang ditambahkan pada serbuk *effervescent*. Sorbitol memiliki nilai kalori sebesar 2,6 kkal/g atau setara dengan 10,87 kJ/g (Aini et al. 2016). Kadar protein serbuk *effervescent* terpilih sebesar 0,06%. Berdasarkan Wahyuni and Widjanarko (2015), Kandungan protein pada kulit melinjo seharusnya cukup tinggi, yaitu sebesar 4%. Hasil yang didapatkan sangat kecil karena penambahan mikrokapsul ekstrak pada minuman serbuk *effervescent* hanya dalam jumlah kecil, yaitu 0,3, 0,4, dan 0,5 gram. Kadar lemak yang didapatkan pada serbuk *effervescent* terpilih sebesar 0,16%. Hal ini disebabkan karena jumlah mikrokapsul yang ditambahkan pada minuman serbuk *effervescent* hanya 0,3, 0,4, dan 0,5 gram sehingga kadar lemaknya juga sedikit. Berdasarkan Cornelia et al. (2009), kadar lemak pada kulit melinjo merah adalah 1,19%.

KESIMPULAN

Karakteristik ekstrak etil asetat kulit melinjo merah memiliki kadar air 18,47%, rendemen

1,37%, total karotenoid 19,41 mg/g sampel, fenolik 27,86 mg GAE/g sampel, dan flavonoid 30,60 mg QE/g sampel. Karakteristik mikrokapsul ekstrak kulit melinjo merah meliputi kandungan total karotenoid 0,29 mg/g, fenolik 1,2 mg GAE/g, flavonoid 2,23 mg QE/g, efisiensi enkapsulasi 62,10%, 93,44%, kadar air 6,18%, rendemen 65,72%, dan vitamin C 404,37 mg/100g. Jumlah mikrokapsul sebesar 0,5 gram dan rasio asam 1:2 terpilih menjadi minuman serbuk *effervescent* dengan karakteristik fisikokimia dan organoleptik terbaik. Serbuk *effervescent* terpilih memiliki kadar air 8,99%, kadar abu 21%, kadar protein 0,06%, kadar karbohidrat 69,79%, kadar lemak 0,16%, total karotenoid 0,05 mg/g sampel, vitamin C 2,35 mg/100ml, fenolik 0,01 mg GAE/g, flavonoid 0,01 mg QE/g, nilai °Hue 29,08, L* 45,34 yang menunjukkan warna Red(R)-Yellow Red(YR), pH 6,03, dan waktu larut 156,17 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., M. Ji, P. Qin, Z. Gu, Y. Liu, A. Sikandar, M. F. Iqbal, dan A. Javeed. 2019. Phytochemical screening, total phenolic and flavonoids contents and antioxidant activities of *Citrullus colocynthis* L. and *Cannabis Sativa* L. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 6961–6979.
https://doi.org/10.15666/aeer/1703_69616979
- Aini, F. Y., D. R. Affandi, dan Basito. 2016. Kajian Penggunaan Pemanis Sorbitol Sebagai Pengganti Sukrosa Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Biskuit Berbasis Tepung Jagung (*Zea mays*) Dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.20961/jthp.v9i2.17460>
- Amelinda, E., I. W. R. Widarta, dan L. P. T. Darmayanti. 2018. Pengaruh Waktu Maserasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 7(4), 165–174.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24843/it.epa.2018.v07.i04.p03>
- Association Official of Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International*. AOAC International.
https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005

- Anova, I. T., W. Hermianti, dan Kamsina. 2016. *Formulasi Perbandingan Asam Basa Serbuk Effervescent Dari Coklat Bubuk*. <https://media.neliti.com/media/publications/452877-none-5a0a77a2.pdf>
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Produksi Tanaman Sayuran 2020*.
- Badriyah, L., dan A. B. Manggara. 2015. Penetapan Kadar Vitamin C Pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-ViS. *Jurnal Wiyata*, 4(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.56710/wiyata.v2i1.31>
- Cornelia, M., T. M. Siregar, Ermiziar, dan Raskita. 2009. *The Study of Antioxidant Activity, Carotenoid and Vitamin C Content of Melinjo Peels (Gnetum gnemon L.)*.
- de Carvalho, L. M. J., P. B. Gomes, R. L. de O. Godoy, S. Pacheco, P. H. F. do Monte, de J. L. V. Carvalho, M. R. Nutti, A. C. L. Neves, A. C. R. A. Vieira, dan S. R. R. Ramos. 2012. Total carotenoid content, α -carotene and β -carotene, of landrace pumpkins (*Cucurbita moschata* Duch): A preliminary study. *Food Research International*, 47(2), 337–340. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.040>
- Dewi, R., I. Iskandarsyah, dan D. Octarina. 2014. Tablet Effervescent Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan variasi Kadar Pemanis Aspartam. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 1(2), 116–133. <https://doi.org/10.7454/psr.v1i2.3492>
- Gozal, M. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Buah Naga (H. Costaricensis) dan Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia S.) serta Jenis Pemanis terhadap Mutu Serbuk Effervescent*. Universitas Pelita Harapan.
- Harahap, R. A., R. Efendi, dan D. F. Ayu. 2017. Konsentrasi Effervescent Mix dalam Pembuatan Serbuk Effervescent Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Gracinia mangostana* L.). *Jom Faperta Universitas Riau*, 4(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.56710/wiyata.v2i1.31>
- Hasidah, Mukarlina, dan D. W. Rousdy. 2017. Kandungan Pigmen Klorofil, Karotenoid dan Antosianin Daun Caladium. *Jurnal Protobiont*, 6(2), 29–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/protobiont.v6i2.19711>
- Hasrini, R. F., F. R. Zakaria, D. R. Adawiyah, dan I. H. Suparto. 2017. Mikroenkapsulasi Minyak Sawit Mentah Dengan Penyalut Maltodekstrin Dan Isolat Protein Kedelai. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 28(1), 10–19. <https://doi.org/10.6066/jtip.2017.28.1.10>
- Indriyani, N. M. D., N. M. Wartini, dan N. P. Suwariani. 2018. Stabilitas Karotenoid Ekstrak Pewarna Buah Pandan (*Pandanus tectorius*) Pada Suhu Dan pH Awal Penyimpanan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(3), 211. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2018.v06.i03.p04>
- Jayanudin, J., dan R. Rochmadi. 2017. Pengaruh Perbedaan Bahan Penyalut Terhadap Efisiensi Enkapsulasi Oleoresin Jahe Merah. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 13(2). <https://doi.org/10.20961/alchemy.v13i2.5406>
- Jayanudin, Rochmadi, M. K. Renaldi, dan Pangihutan. 2017. Pengaruh Perbedaan Bahan Penyalut Terhadap Efisiensi Enkapsulasi Oleoresin Jahe Merah. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 13(2). <https://doi.org/10.20961/alchemy.v13i2.5406>
- Kha, T. C., M. H. Nguyen, P. D. Roach, dan C. E. Stathopoulos. 2014. Microencapsulation of Gac oil: Optimisation of spray drying conditions using response surface methodology. *Powder Technology*, 264, 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.05.053>
- Khasanah, L. U., B. K. Anandhito, T. Rachmawaty, R. Utami, dan G. J. Manuhara. 2015. Pengaruh Rasio Bahan Penyalut Maltodekstrin, Gum Arab, dan Susu Skim terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Mikrokapsul Oleoresin Daun Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*). *AGRITECH*, 35(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/agritech.9325>
- Listyoningsih, D., E. Pratiwi, dan A. S. Putri. 2018. *Rasio Asam Sitrat-Asam Tartrat Dalam Pembuatan Serbuk Effervescent Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus)*.

- Parhusip, A. J. N., dan A. B. Sitanggang. 2011. Antimicrobial Activity of Melinjo Seed and Peel Extract (Gnetum gnemon) Against Selected Pathogenic Bacteria. *Microbiology Indonesia*, 5(2), 103–112. <https://doi.org/10.5454/mi.5.3.2>
- Patel, S. G., dan M. Siddaiah, 2018. Formulation and evaluation of effervescent tablets: a review. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 8(6), 296–303. <https://doi.org/10.22270/jddt.v8i6.2021>
- Setyawan, I. A., Y. Syukri, dan H. Anshory. 2018. Pengaruh Suhu Pengeringan Spray Dryer Terhadap Sifat Fisik Dan Aktivitas Antioksidan Tablet Ekstrak Buah Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa Boerl. *Journal of Science and Applicative Technology*. <https://doi.org/10.35472/281428>
- Shrestha, R. L., D. D. Dhakal, D. M. Gautum, K. P. Paudyal, dan S. Shrestha. 2012. Variation of Physicochemical Components of Acid Lime (Citrus aurantifolia Swingle) Fruit at Different Sides of The Tree in Nepal. *American Journal of Plant Sciences*, 03(12), 1688–1692. <https://doi.org/10.4236/ajps.2012.3.12206>
- Siregar, T. M., dan C. Kristanti, 2019. Mikroenkapsulasi Senyawa Fenolik Ekstrak Daun Kenikir (Cosmos caudatus K.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. <https://doi.org/10.17728/jatp.3304>
- Siregar, T. M., dan M. Margareta. 2019. Microencapsulation of Carotenoids from Red Melinjo (Gnetum gnemon L.) Peels Extract. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012031>
- Siregar, Y. D. I., dan P. Utami. 2014. Pemanfaatan Ekstrak Kulit Melinjo Merah (Gnetum gnemon) Sebagai Pewarna Alami Pembuatan Lipstik. *Jurnal Kimia VALENSI*, 4(2), 98–108. <https://doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3607>
- Shevell, S. K. 2003. *The Science of Color* (2nd edition). Optical Society of America.
- Sulastri, E., N. Ibrahim, dan S. Budiarti. 2019. Mikroenkapsulasi Likopen dari Buah Tomat dengan Metode Penguapan Pelarut. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 5(1), 108–116. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i1.12406>
- Sulistyaningrum, N. 2014. *Isolasi dan Identifikasi Struktur Karotenoid dari Ekstrak Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L.)*. <https://www.jkefarind.com/index.php/jki/article/view/2905/1499>
- Suteja, F. 2012. *Optimasi Suhu Pengeringan Semprot dan Konsentrasi Bahan Pengisi terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Effervescent berbasis Daun Kumis Kucing*. Universitas Pelita Harapan.
- Syamsul, E. S., dan Supomo. 2014. Formulation Of Effervescent Powder Of Water Extract Of Bawang Tiwai (Eleuterine palmifolia) As A Healthy Drink. *Traditional Medicine Journal*, 19(3), 2014. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/tradmedj.8227>
- Tanamal, M. T., P. M. Papilaya, dan A. Smith. 2017. Kandungan Senyawa Flavonoid Pada Daun Melinjo (Gnetum gnemon L.) Berdasarkan Perbedaan Tempat Tumbuh. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 3(2), 142–147. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol3issue2page142-147>
- Wahyuni, D. T., dan S. B. Widjanarko. 2015. The Effect of Different Solvent and Extraction Time of Carotenoids Extract From Pumpkin with Ultrasonic Method. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 390–401. <https://doaj.org/article/e17d074952d5460290e6a946a2b2fde9>
- Widyaningrum, A., M. Lutfi, dan B. Dwi. 2015. Karakterisasi Serbuk Effervescent Dari Daun Pandan (Pandan amaryllifolius Roxb) Dengan Variasi Komposisi Jenis Asam. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(2).
- Yogaswara, I. B., N. M. Wartini, dan L. P. Wrsiati. 2017. Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Pewarna Buah Pandan (Pandan tectorius) Pada Perlakuan Enkapsulan Gelatin Dan Maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Industri*, 5(4), 31–40.