

BUKTI KORESPONDENSI

Judul Artikel:

Pengaruh perbedaan konsentrasi maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia bubuk buah semangka merah

Jurnal:

TEKNOLOGI PANGAN: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian

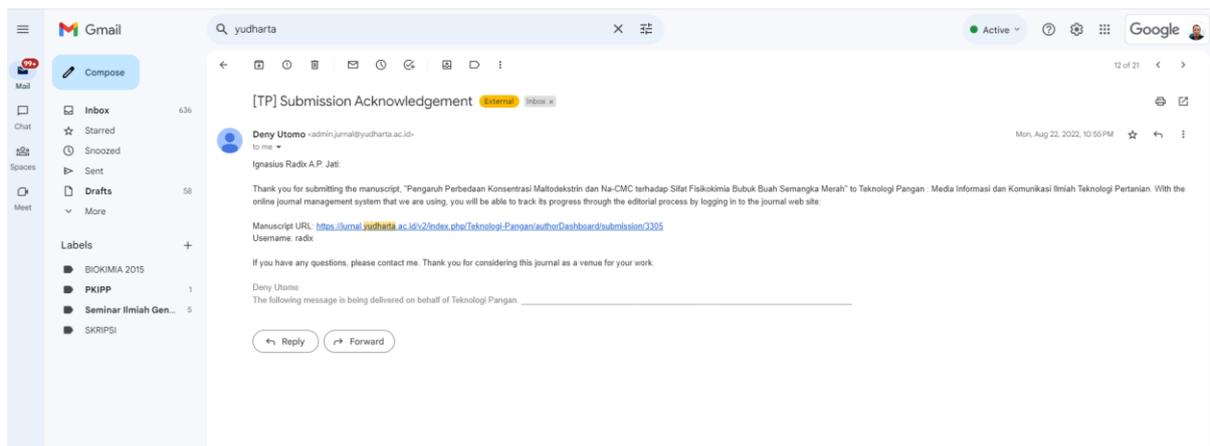
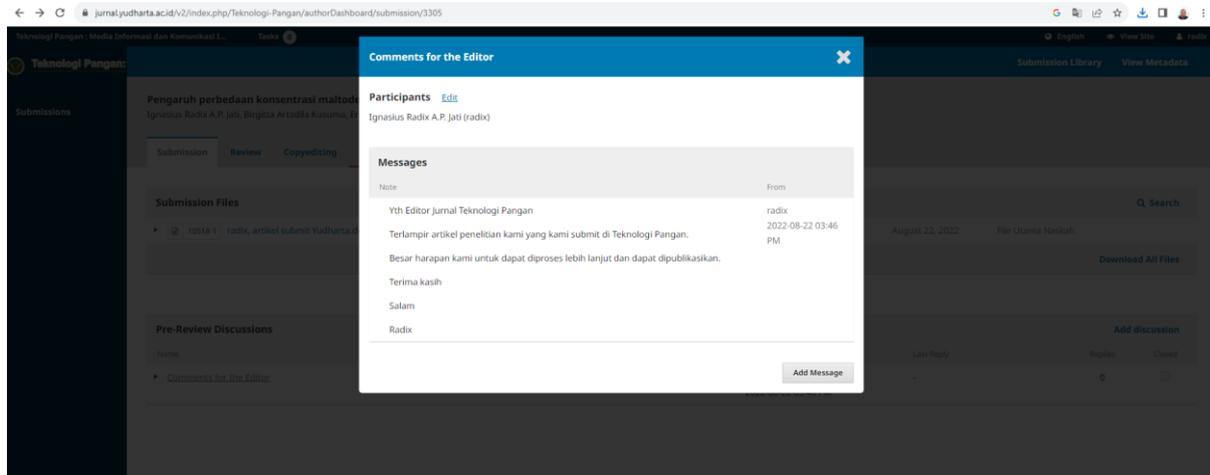
Volume 14, No. 1, (2023), Halaman 59-77

Penulis:

Birgitta Artadila Kusuma 1), Erni Setijawaty 1), Rachel Meiliawati Yoshari 1), Ignasius Radix Astadi Praptono Jati 1*)

No	Perihal	Tanggal
1	Bukti konfirmasi submit artikel dan artikel yang di-submit	22 Agustus 2022
2	Bukti konfirmasi review dan hasil review	8 Oktober 2022
3	Bukti konfirmasi submit revisi artikel dan artikel yang di-resubmit	7 November 2022
4	Bukti konfirmasi artikel diterima	13 Februari 2023

1. Bukti konfirmasi submit artikel dan artikel yang di-submit 22 Agustus 2022



Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin dan Na-CMC terhadap Sifat Fisikokimia Bubuk Buah Semangka Merah

The effect of Maltodextrin and Na-CMC concentration on Physicochemical Properties of Red Watermelon Powder

Birgitta Artadila Kusuma¹⁾, Erni Setijawaty¹⁾, Rachel Meiliawati Yoshari¹⁾, Ignasius Radix Astadi Praptono Jati^{1*)}

1 Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Dinoyo 42-44, Surabaya 60265, Indonesia

email : radix@ukwms.ac.id

Informasi Artikel:

Dikirim: 10/09/2019; disetujui: 15/09/2019; diterbitkan: 30/09/2019 (*diisi oleh Editor*)

ABSTRACT

Red watermelon is commonly served as fresh cut fruit or juice. In order to broaden the use of watermelon, it can also be processed into powder. The purpose of this research was to determine the effect of different types of encapsulation and concentrations of Maltodextrin and Na-CMC on the physicochemical properties of watermelon powder. In this research, the red watermelon juice that mixed with maltodextrin and Na-CMC as encapsulants was dried using a cabinet dryer at a temperature of 60-65°C for 6 hours. The treatment levels of maltodextrin were 6%, 12% and 18%, while the Na-CMC levels was 2.5%, 5% and 7.5%. All of the treatments were repeated three times. The tests carried out included moisture content, hygroscopic level, total phenol, antioxidant activity, color and pH. The results showed that the red watermelon powder with the addition of maltodextrin has a water content of 1.68-3.65%; hygroscopic level between 9.27-11.56%; total phenol content of 437.9543-887.9543 mg GAE/g, antioxidant activity of 34.15-75.79%, color of L=49,0-61,; C=25.4-28.2; H=33.6°-35.7° and pH value of 6.14-6.34. Meanwhile, red watermelon powder with the addition of Na-CMC has a water content of 2.85-3.67%; hygroscopic level 16.87-23.65%; total phenol 224.3183-673.1820 mg GAE/g, antioxidant activity 23.51-72.71% RSA, color with L=42.8-46.0; C=27.8-30.1; H=26.4°-28.7°, and pH 7.10-7.51. Therefore, maltodextrin and Na-CMC can potentially be used for encapsulation of red watermelon powder.

Keywords: *red watermelon fruit powder, encapsulation, maltodextrin, Na-CMC*

ABSTRAK

Buah semangka merah pada umumnya dikonsumsi sebagai buah potong atau sari buah. Untuk memperluas pemanfaatannya, semangka dapat diproses menjadi bubuk. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji pengaruh perbedaan jenis dan konsentrasi enkapsulan yaitu maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia semangka bubuk. Dalam penelitian ini, sari buah semangka dicampur dengan maltodekstrin dan Na-CM, kemudian dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 60-65°C selama 6 jam. Konsentrasi maltodekstrin yang digunakan adalah 6%, 12% dan 18%, sedangkan konsentrasi Na-CMC adalah 2,5%, 5%, dan 7,5%. Semua perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diuji adalah kadar air, higroskopisitas, total fenol, aktivitas antioksidan, warna, dan pH. Hasil yang diperoleh menunjukkan perlakuan maltodekstrin menghasilkan rentang kadar air sebesar 1,68-3,65%; higroskopisitas sebesar 9,27-11,56%; kadar fenol 437,9543-887,9543 mg GAE/g, aktivitas antioksidan berkisar 34,15-75,79%, warna L=49,0-61,; C=25,4-28,2; H=33,6°-35,7° dan pH berkisar 6,14-6,34. Sementara perlakuan Na-CMC menghasilkan bubuk semangka dengan rentang kadar air 2,85-3,67%; higroskopisitas 16,87-23,65%; kadar fenol 224,3183-673,1820 mg GAE/g, aktivitas antioksidan 23,51-72,71%, warna dengan L=42,8-46,0; C=27,8-30,1; H=26,4°-28,7°, dan pH 7,10-7,51. Oleh karena itu maltodekstrin dan Na_CMC potensia untuk digunakan

dalam proses enkapsulasi bubuk semangka.

Kata kunci : semangka merah bubuk, enkapsulasi, maltodekstrin, Na-CMC

PENDAHULUAN

Semangka (*Citrullus lanatus*) merupakan salah satu buah dalam family Curcubitaceae yang banyak dikonsumsi dalam bentuk buah potong, bahan campuran salad, atau sari buah. Buah ini disukai karena rasa yang menyegarkan. Buah semangka memiliki kandungan antioksidan terutama likopen dan β karoten yang tinggi yang berpotensi sebagai antioksidan yang dapat mengurangi resiko penyakit kardiovaskular dan kanker ((Ellis et al., 2021)). Kandungan likopen dan β karoten berkontribusi terhadap pembentukan warna daging buah semangka yang cerah dan menarik. Selain itu, kadar air yang tinggi dan adanya kandungan asam amino citrulline membuat buah semangka mulai dikembangkan menjadi minuman atlet berolahraga (Bailey et al., 2016). Kandungan asam amino citrulline dilaporkan mampu meningkatkan performa aktivitas fisik pada manusia maupun pada hewan coba (Rhim et al., 2020). Konsumsi buah semangka dalam diet dilaporkan mampu menurunkan kadar gula darah dan menurunkan tingkat obesitas. Buah semangka juga terbukti memiliki kemampuan mencegah kanker pada hewan coba ((Manivannan et al., 2020).

Disamping memiliki banyak keunggulan, buah semangka termasuk buah yang mudah rusak apabila telah disiapkan menjadi buah potong atau sari buah. Hal ini diakibatkan oleh aktivitas air buah semangka yang tinggi sehingga mengakibatkan kerusakan akibat kontaminasi mikroba ataupun aktivitas enzim (Mendoza-Enano et al., 2019). Usaha yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan buah semangka adalah dengan pengeringan untuk dibuat bubuk buah. Proses pengeringan merupakan proses tertua yang dikenal dalam peradaban manusia untuk memperpanjang umur simpan. Dalam proses pengeringan terjadi penyusutan berat dan volume bahan pangan, serta pengurangan aktivitas enzim, dan mikroba, sehingga bahan pangan dapat disimpan lebih lama (Radojčin et al., 2021). Pengolahan buah semangka menjadi bubuk buah semangka selain dapat memperpanjang umur simpan, juga dapat mempertahankan warna dan juga memperluas penggunaannya pada berbagai produk pangan.

Beberapa metode pengeringan dapat dipergunakan untuk mengeringkan buah, metode yang paling sederhana adalah dengan pengering kabinet (*cabinet dryer*). Metode pengeringan ini tidak memerlukan energi yang besar sehingga ekonomis dan dapat dipergunakan secara luas, Prinsip proses pengeringan kabinet adalah mengalirkan udara melewati rak yang berisi nampan tempat menghamparkan bahan. Udara yang dialirkan memiliki suhu tidak terlalu tinggi dan kelembaban yang rendah sehingga mampu menurunkan kadar air bahan tanpa membuat bahan menjadi cepat mengalami perubahan warna, selain itu suhu pemanasan yang tidak terlalu tinggi dapat meminimalkan penurunan kadar gizi dan komponen bioaktifnya ((Senadeera et al., 2020)). Akan tetapi, kenaikan suhu dan jangka waktu pengeringan yang lama dapat mengakibatkan hasil bubuk buah menjadi lengket. Hal ini terjadi karena massa padatan buah mengandung glukosa, fruktosa, dan sukrosa, serta asam-asam organik yang memiliki sifat kelengketan yang tinggi apabila terkena panas, sehingga pengeringan buah sangat sulit dilakukan. Untuk mengatasinya diperlukan bahan enkapsulan yang berfungsi mengurangi kelengketan dan meningkatkan kestabilan kandungan bubuk buah. Enkapsulan yang dapat dipergunakan adalah maltodekstrin dan natrium-carboxymethyl cellulose (Na-CMC)

Selain meminimalkan kelengketan, adanya enkapsulan juga dapat mempercepat proses pengeringan. Menurut Fathi et al. (2022), enkapsulan juga dapat melapisi komponen flavor, dan menjaga komponen aktif pada buah seperti antioksidan. Penggunaan maltodekstrin dapat mempercepat proses pengeringan karena sifat maltodekstrin yang higroskopis, maka air pada *puree* akan diserap oleh maltodekstrin, dimana Menurut Michalska-Ciechanowska et al. (2020), air yang diserap maltodekstrin akan lebih mudah menguap dari pada kandungan air pada jaringan bahan karena air pada jaringan bahan merupakan air terikat kuat, sedangkan air yang diserap maltodekstrin adalah air terikat lemah. Na-CMC juga dapat mempercepat proses pengeringan, Menurut Lan et al. (2018), Na-CMC dapat

menurunkan kemampuan ikatan hidrogen antar molekul air pada bahan sehingga air mudah terlepas/teruapkan. Penggunaan enkapsulan diketahui berpengaruh pada kemampuan mempertahankan komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan pada bubuk buah jeruk bali (González et al., 2019). Selain itu enkapsulan dikenal dapat mempertahankan warna buah yang dikeringkan mirip dengan warna buah segarnya (Ghosh et al., 2022). Akan tetapi penelitian pengeringan buah semangka dengan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC menggunakan pengering kabinet masih sangat terbatas. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan menginvestigasi pengaruh penggunaan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia bubuk buah semangka yang dikeringkan dengan pengering kabinet.

METODE PELAKSANAAN

Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat bubuk buah semangka merah terdiri dari buah semangka merah segar serta enkapsulan maltodekstrin atau Na-CMC. Buah semangka diperoleh dari pasar tradisional di Surabaya, sedangkan maltodekstrin (DE = 13,8%) dan Na-CMC (kadar Na-CMC 100%) diperoleh pemasok yang ada di Surabaya. Bahan yang digunakan untuk analisa terdiri dari akuades, kertas saring, kertas lensa, larutan NaCl jenuh (RH 7,5), methanol, kertas Whatman no. 40, *aluminium foil*, asam galat, reagen Folin-Ciocalteu, Na₂CO₃ 2,5 %, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil, buffer fosfat (pH 6,6), larutan buffer fosfat (pH 7,2).

Alat

Alat yang digunakan untuk membuat bubuk buah semangka terdiri dari pisau *stainless steel*, *blender* (Philip) untuk menghancurkan buah semangka dan mencampurkan dengan enkapsulan, *grinder* (Philips) untuk menjadikan bubuk/menghaluskan, timbangan digital (Tri J), sendok *stainless steel*, mika, loyang, *cabinet dryer*, kuas, corong, ayakan 45 mesh. Alat yang digunakan untuk analisa adalah pipet tetes, corong, tabung reaksi, pengaduk kaca, sendok tanduk, botol semprot, timbangan analitik kapasitas maksimum 200 g (Ohaus), botol timbang (RRC), loyang, eksikator, oven (Binder), *beaker glass* 100 ml (Iwaki), desikator, erlenmeyer 25 ml (Iwaki), *waterbath shaker*, sentrifus (Hettich), labu takar 100 ml (Iwaki), labu takar 10 ml (Iwaki), pipet ukur 1 ml (Iwaki), pipet volume 5 dan 10 ml (Pyrex), spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV 1700 Pharmaspec), kuvet (Hellma 10 mm), cawan petri, *color reader* (Minolta) dan pH meter (SI Analytics Lab 885).

Metode/ Pelaksanaan

Proses Pembuatan Bubuk Buah Jambu Biji Merah

Proses pembuatan bubuk semangka merah diawali dengan proses penimbangan dan pengupasan kulit buah. Daging buah semangka merah yang didapatkan akan dihancurkan dengan *chopper* (kecepatan 1, 1900 rpm) dan dihasilkan bubur buah. Selanjutnya, bubur buah disaring dan dilakukan penimbangan untuk masing-masing perlakuan. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran dengan enkapsulan hingga tidak ada gumpalan. Bubur yang telah homogen dituangkan pada loyang yang telah dialasi mika (masing-masing mika 70 g bubur buah). Selanjutnya, dilakukan pengeringan dengan *cabinet dryer* (suhu 60-65°C) selama 4 jam. Setelah proses pengeringan akan dihasilkan lembaran kering dan dilanjutkan dengan proses penggilingan menggunakan *grinder* selama 30 detik. Selanjutnya, dilakukan pengayakan dengan ukuran 45 mesh dan akan dihasilkan bubuk. Bubuk buah disimpan dalam wadah yang diberi *silica gel* dan dimasukkan kedalam *aluminium pouch*. Taraf perlakuan Na-CMC yang digunakan pada penelitian ini adalah 2,5%; 5%; 7,5% (b/b), sedangkan taraf perlakuan maltodekstrin yang digunakan adalah 6%; 12%; 18% (b/b).

Prosedur Analisa Kadar Air Metode Thermogravimetri

Analisa kadar air dilakukan secara objektif dengan metode thermogravimetri (Kim et al., 2017). Prosedur metode ini adalah pengeringan botol timbang dalam oven bersuhu 105°C selama 30 menit, lalu dilakukan pendinginan dalam eksikator selama 10 menit, dan dilakukan penimbangan hingga diperoleh botol konstan. Selanjutnya penimbangan sampel sebanyak 1 g dalam botol timbang yang telah diketahui berat konstannya. Pengeringan sampel dalam botol timbang dalam oven dengan suhu

105°C selama 3-5 jam dalam keadaan botol timbang terbuka, lalu pendinginan botol timbang dalam eksikator selama 10 menit dan dilakukan penimbangan secara analitis. Selanjutnya sampel dalam botol timbang dikeringkan kembali selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan dilakukan penimbangan secara analitis. Ulangi prosedur ini hingga didapatkan berat yang konstan. Kadar air sampel dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Prosedur Analisa Tingkat Higroskopis

Analisa tingkat higroskopis (Ng & Sulaiman, 2017) dilakukan dengan meletakkan sampel dalam eksikator berisi larutan NaCl dengan konsentrasi tinggi dan didiamkan selama periode waktu tertentu. Hasil dari metode ini adalah selisih berat sampel sebelum peletakkan dalam eksikator dan setelah peletakkan dalam eksikator. Prosedur analisa tingkat higroskopis adalah penimbangan 1 g sampel bubuk buah jambu biji merah dalam botol timbang dan dimasukkan ke dalam eksikator yang berisi NaCl 75%. Selanjutnya dilakukan penyimpanan dalam suhu 25°C selama 1 minggu. Selanjutnya dilakukan penimbangan. Tingkat higroskopis dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Tingkat Higroskopis} = \frac{\text{berat sampel akhir} - \text{berat sampel awal}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Prosedur Ekstraksi Sampel untuk Analisa Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan

Proses ekstraksi (Jati et al., 2014) dilakukan dengan cara penimbangan sampel bubuk buah jambu biji merah sebanyak 2 g dalam erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan pencampuran 20 mL methanol dengan *waterbath shaker* selama 1 jam pada suhu ruangan. Pemisahan endapan dan supernatan dengan sentrifugasi 6000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kertas saring Whatman no 40. Pengulangan prosedur ekstraksi pada residu sebanyak tiga kali dan pengukuran total volume hasil ekstraksi.

Prosedur Analisa Total Fenol

Analisa total fenol dilakukan secara spektrofotometri menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dan asam galat sebagai pembanding (Jati et al., 2014). Prosedur analisa total fenol adalah pencampuran 0,1 mL ekstrak dan 0,5 mL Folin-Ciocalteu dalam tabung reaksi yang dibungkus *aluminium foil* dengan vortex. Pendiaman selama 8 menit, dan ditambahkan 4,5 mL 2% Na₂CO₃. Selanjutnya dilakukan pendiaman dalam ruang gelap selama 1 jam (suhu ruang). Pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 760 nm dengan spektrofotometer. Hasil dinyatakan dalam g ekuivalen asam galat/100 g sampel.

Prosedur Analisa Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Analisa antioksidan dilakukan secara objektif dengan metode DPPH (Hanani et al., 2018). Prosedur analisa antioksidan dengan metode DPPH adalah penimbangan analitis DPPH sebanyak 0,0049 g. Selanjutnya dilakukan pelarutan dengan methanol sebanyak 25 mL sehingga terbentuk larutan DPPH 0,5 mM. Pipet sampel sebanyak 0,25 mL dan ditambahkan 0,5 mL larutan DPPH 0,5 mM dan 4 mL methanol. Pencampuran menggunakan vortex dan diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit dengan suhu 28°C. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer. Analisa aktivitas antioksidan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Radical scavenging activity (RSA)} = \frac{(\text{Abs DPPH} - \text{Abs ekstrak sampel})}{\text{Abs DPPH}} \times 100$$

Prosedur Analisa Warna dengan Color Reader

Analisa warna dilakukan secara objektif dengan alat *color reader* (Milojevic et al., 2018). Hasil pengukuran berupa nilai L* (*lightness*) dengan kisaran warna hitam ke putih (0-100), nilai a* mengukur warna hijau ke merah (60-(-60)) dan nilai b* mengukur warna biru ke kuning (60-(-60)).

Prosedur analisa warna dengan *color reader* adalah peletakkan sampel pada cawan petri tidak berwarna, lalu penempelan sensor *color reader* pada wadah sampel. Penekanan tombol *power on* pada alat *color reader*. Pembacaan dan pencatatan hasil pengujian yang terbaca (nilai L*, a*, b*). Pengulangan prosedur hingga didapatkan hasil *duplo*.

Prosedur Analisa pH dengan pH Meter

Analisa pH dilakukan secara objektif menggunakan alat pH meter (de Oliveira Carvalho & Orlanda, 2017). Hasil pengukuran dilihat dari pembacaan pH stabil pada alat pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan buffer fosfat (pH=7,2). Prosedur analisa pH dengan pH meter adalah pelarutan sampel dengan air (perbandingan 1:5). Pembilasan elektroda dengan akuades dan pengeringan dengan kertas tisu halus. Selanjutnya, pencelupan elektroda dalam larutan sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil. Pencatatan hasil pembacaan pada pH meter. Pengulangan prosedur hingga didapatkan pengujian *duplo*.

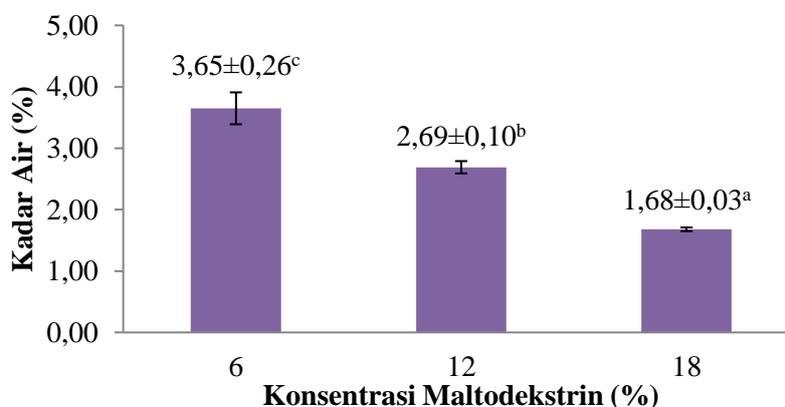
Analisis Statistik

Data yang diperoleh, dianalisis dengan metode *One-Way ANOVA* dan uji *Duncan's Multiple Range Test* menggunakan SPSS 16.0 *Statistic Software*. Level signifikan yang ditetapkan sebesar $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap kadar air bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata kadar air dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Kadar Air Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

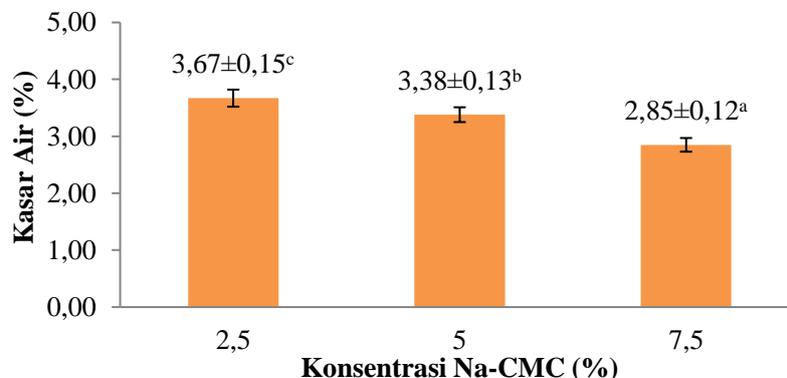
Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka kadar air pada bubuk semangka merah akan semakin turun. Didapatkan kadar air bubuk buah semangka tertinggi 3,65% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan kadar air terendah 1,68% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Maltodekstrin yang ditambahkan dapat menurunkan kadar air pada bubuk semangka merah. Maltodekstrin termasuk dalam senyawa hidrolisis pati tidak sempurna yang terdiri dari campuran gula-gula sederhana dalam jumlah kecil, oligosakarida dengan rantai pendek yang banyak dan sebagian kecil oligosakarida rantai panjang. Maltodekstrin memiliki nilai *Dextrose Equivalent* (DE) berkisar 3-20. Nilai DE mengartikan tentang gambaran kandungan gula pereduksi. Gula pereduksi memiliki gugus hidroksil (OH) yang memiliki kemampuan mengikat air bebas-air terikat lemah pada bahan. Penelitian ini digunakan maltodekstrin dengan nilai DE 13,8. Penambahan maltodekstrin semakin tinggi akan menambah jumlah gula pereduksi pada campuran bahan sehingga meningkatkan

kemampuan mengikat air bebas pada bahan. Air bebas pada bahan akan diikat oleh maltodekstrin membentuk ikatan hidrogen yang mudah untuk diuapkan (Li et al., 2020).

Menurut Tran & Nguyen (2018), air yang diserap maltodekstrin akan lebih mudah menguap dari pada kandungan air pada jaringan bahan karena air pada jaringan bahan merupakan air terikat kuat, sedangkan air yang diserap maltodekstrin adalah air terikat lemah. Maltodekstrin memiliki berat molekul rendah (<4000) dan struktur molekul yang sederhana sehingga air mudah untuk diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung. Semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin banyak air yang diserap oleh maltodekstrin yang lebih mudah untuk teruapkan, sehingga kadar air bubuk semangka merah akan semakin menurun dengan penambahan maltodekstrin. Penelitian Barroso et al. (2017) dan Chang et al. (2020) juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka kadar air produk ekstrak kulit buah dan bubuk ekstrak enzim dari pepaya yang dikeringkan akan semakin menurun.

Hasil lain menunjukkan bahwa berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$, konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap kadar air bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata kadar air dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 2.



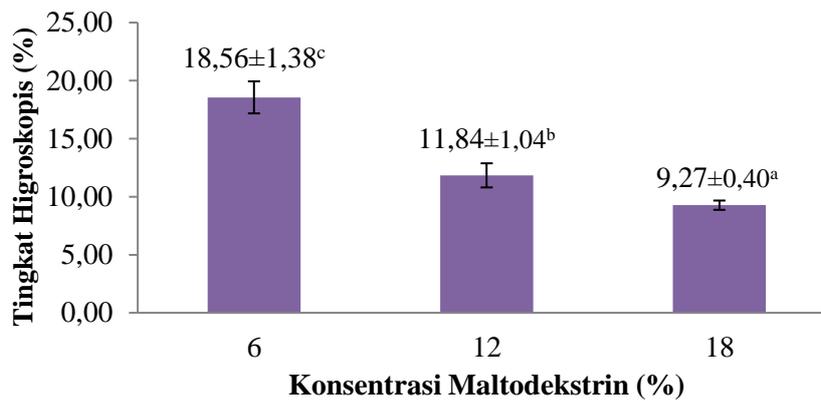
Gambar 2. Histogram Kadar Air Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka kadar air pada bubuk semangka merah akan semakin turun. Didapatkan kadar air bubuk buah semangka tertinggi 3,67% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan kadar air terendah 2,85% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Na-CMC merupakan polimer yang memiliki sifat dapat mengikat air sehingga mudah membentuk struktur hidrogen. Gugus hidroksil pada CMC akan membentuk ikatan hidrogen yang mampu menurunkan kemampuan ikatan antar molekul air pada bahan sehingga air mudah terlepas/teruapkan pada proses pengeringan (BeMiller, 2019). Menurut penelitian González et al. (2019) dan Rahimi et al. (2013) penggunaan Na-CMC pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat menurunkan kadar air.

Tingkat Higroskopis

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata tingkat higroskopis dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 3.



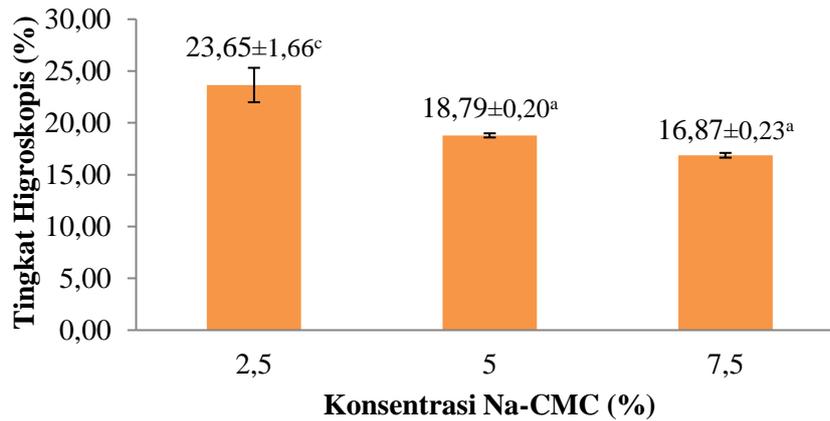
Gambar 3. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka tingkat higroskopis pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan tingkat higroskopis bubuk buah semangka tertinggi 18,56% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan tingkat higroskopis terendah 9,27% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Produk pangan kering seperti bubuk umumnya berada dalam keadaan amorf. Pada suhu ruang, bahan dengan struktur amorf memiliki fase yang padat dan keras yang kemudian akan berubah menjadi lunak, kenyal (*rubbery state*) pada suhu tertentu akibat adanya peningkatan mobilitas (Jaya & Das, 2009). Suhu terjadinya suatu padatan amorf menjadi lunak/kenyal disebut sebagai *glass transition temperature* (Tg). Menurut Caballero-Cerón et al. (2018), umumnya buah-buahan memiliki nilai Tg yang rendah, dimana nilai Tg yang rendah mengakibatkan suatu bahan mudah berubah dalam kondisi *rubbery* yang mengartikan bahwa bahan tersebut bersifat higroskopis. Bubuk buah semangka yang dilakukan pengujian selama satu minggu menunjukkan perubahan fase dalam keadaan *rubbery*. Hal tersebut dikarenakan bubuk buah semangka menyerap air pada lingkungan dengan RH yang tinggi. Semakin rendah konsentrasi maltodekstrin yang digunakan maka semakin tinggi penyerapan air dari lingkungan yang ditandai dengan perubahan dalam keadaan *rubbery*.

Maltodekstrin memiliki nilai Tg yang tinggi (149°C), sehingga dengan semakin tingginya konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka meningkatkan nilai Tg pada bahan, sehingga semakin sulit produk berubah menjadi *rubbery*. Penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menyebabkan ikatan antar bahan dan enkapsulan semakin kuat, sehingga mampu menurunkan penyerapan air ke bahan. Hal tersebut dapat diartikan bahwa maltodekstrin mampu menurunkan kemampuan bubuk buah semangka untuk menyerap air pada lingkungan. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka tingkat higroskopis bubuk semangka merah akan semakin turun. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Caparino et al. (2012) dan Fongin et al. (2017) bahwa penambahan maltodekstrin dapat menurunkan tingkat higroskopis bahan karena nilai Tg pada bahan akan semakin meningkat.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata tingkat higroskopis dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

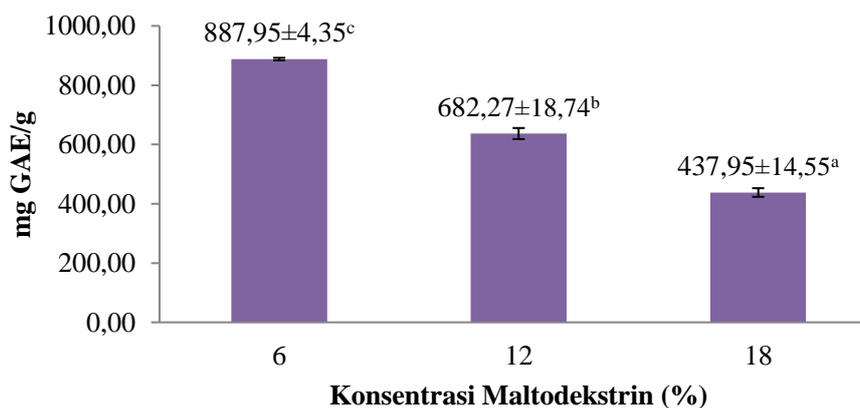
Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC, maka tingkat higroskopis akan semakin meningkat pula. Didapatkan tingkat higroskopis tertinggi 23,65% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan tingkat higroskopis terendah 16,87% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan akan meningkatkan higroskopis bubuk semangka merah.

Na-CMC memiliki nilai Tg sebesar 168°C, sehingga dengan semakin tingginya konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan maka meningkatkan nilai Tg pada bahan., sehingga semakin sulit produk berubah menjadi *rubbery*. Penambahan Na-CMC yang semakin tinggi dapat menyebabkan ikatan antar bahan dan enkapsulan semakin kuat, sehingga mampu menurunkan penyerapan air ke bahan. Hal tersebut berarti Na-CMC mampu menurunkan kemampuan bubuk semangka merah untuk menyerap air dari lingkungan. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC maka tingkat higroskopis bubuk semangka merah akan semakin turun. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ma et al. (2008) dan Putri et al. (2017) bahwa penambahan *carboxymethyl cellulose* dapat menurunkan penyerapan air lingkungan pada bahan. Penambahan *carboxymethyl cellulose* memungkinkan terjadinya efek jalan yang berliku-liku bagi molekul air yang lewat sehingga tidak mudah terserap ke dalam bahan.

Pada penelitian ini, bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 18% termasuk dalam kategori tidak higroskopis, sedangkan bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 12% termasuk dalam kategori sedikit higroskopis. Bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 6%, Na-CMC 7,5% dan 5% termasuk dalam kategori higroskopis, dan untuk bubuk buah dengan penambahan Na-CMC 2,5% termasuk dalam kategori sangat higroskopis.

Total Fenol

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap total fenol bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata total fenol dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 5.



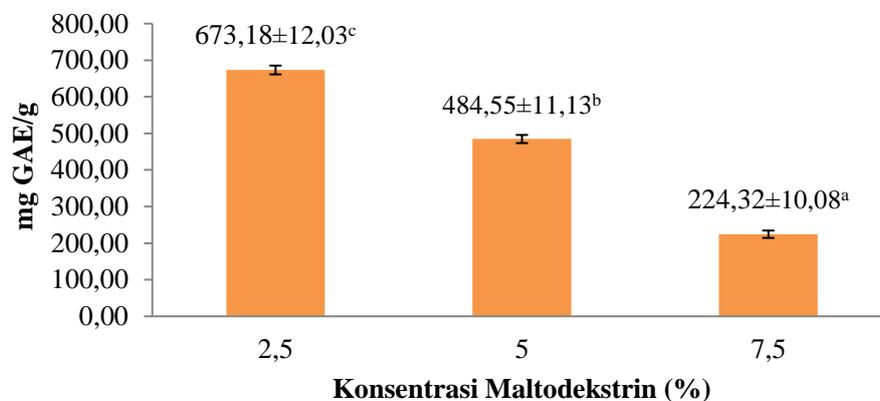
Gambar 5. Histogram Total Fenol Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 5. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka total fenol pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan total fenol bubuk semangka merah tertinggi 887,9543 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan total fenol terendah 437,9543 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Maltodekstrin dapat memerangkap senyawa fenolik dengan adanya struktur *spiral helix*. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin banyak senyawa fenolik yang diperangkap. Banyaknya senyawa fenolik yang diperangkap oleh maltodekstrin mengakibatkan penurunan senyawa fenolik yang dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu pada saat pengukuran total fenol. Senyawa fenolik yang terperangkap memiliki waktu pelepasan sangat lambat untuk dapat bereaksi dengan reagen, sehingga senyawa fenolik yang terukur menjadi lebih rendah (Safithri, Indariani, & Septiyani, 2020). Pada penelitian ini, semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin mengakibatkan total fenol bubuk semangka merah menurun. Penelitian ini sejalan dengan Mishra et al. (2014) dan Siacor et al. (2020), bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menurunkan total fenol pada bahan. Tingginya maltodekstrin yang ditambahkan menyebabkan semakin tebalnya lapisan yang terbentuk dan meningkatnya total padatan yang mengurangi jumlah bahan inti per massa bubuk, sehingga jumlah total fenol yang terbaca akan semakin sedikit.

Berdasarkan penelitian (Do & Nguyen, 2018), penambahan enkapsulan dengan konsentrasi yang semakin tinggi menghasilkan total fenol pada bahan yang semakin tinggi. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh proses ekstraksi sampel yang dilakukan. Proses ekstraksi sampel selain ditambahkan methanol juga ditambahkan asam berupa HCl, yang dapat dikaitkan dengan *control release*/pelepasan senyawa fenolik. Asam mampu merusak lapisan enkapsulan sehingga senyawa fenolik pada bahan dapat keluar dan terukur lebih tinggi. Hal ini juga dapat dihubungkan dengan kondisi sistem pencernaan manusia yang asam, sehingga antioksidan pada bahan dapat tetap dirilis saat dikonsumsi. Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap total fenol bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata total fenol dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka total fenol pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan total fenol bubuk semangka merah tertinggi 673,1820 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan total fenol terendah 224,3183 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.



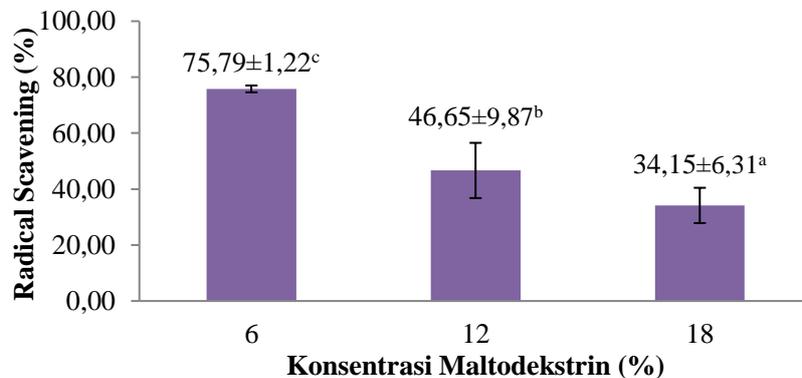
Gambar 6. Histogram Total Fenol Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Penambahan Na-CMC dapat meningkatkan viskositas pada bahan, karena Na-CMC bersifat mampu mengikat air pada bahan. Menurut Safithri et al. (2020), semakin tinggi viskositas bahan maka lapisan

dinding yang berfungsi sebagai penyalut akan terbentuk semakin kuat. Lapisan dinding yang kuat akan mampu untuk melindungi senyawa fenolik, sehingga dapat mengurangi penguapan saat proses pemanasan. Semakin banyak Na-CMC yang ditambahkan maka viskositas pada bahan akan semakin tinggi, sehingga semakin baik dalam melindungi senyawa fenolik dan semakin banyak senyawa fenolik yang dapat dilapisi. Banyaknya senyawa fenolik yang terperangkap oleh Na-CMC mengakibatkan penurunan senyawa fenolik yang dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu pada saat pengukuran total fenol. Senyawa fenolik yang terperangkap memiliki waktu pelepasan sangat lambat untuk dapat bereaksi dengan reagen, sehingga senyawa fenolik yang terukur menjadi lebih rendah. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC mengakibatkan total fenol bubuk semangka merah menurun. Penelitian ini sejalan dengan Panahirad et al. (2020) dan Kraithong & Rawdkuen (2020) bahwa penambahan *carboxymethyl cellulose* yang semakin tinggi dapat menurunkan total fenol pada bahan karena adanya ikatan antara gugus hidroksil CMC dan senyawa fenolik pada bahan.

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata aktivitas antioksidan dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

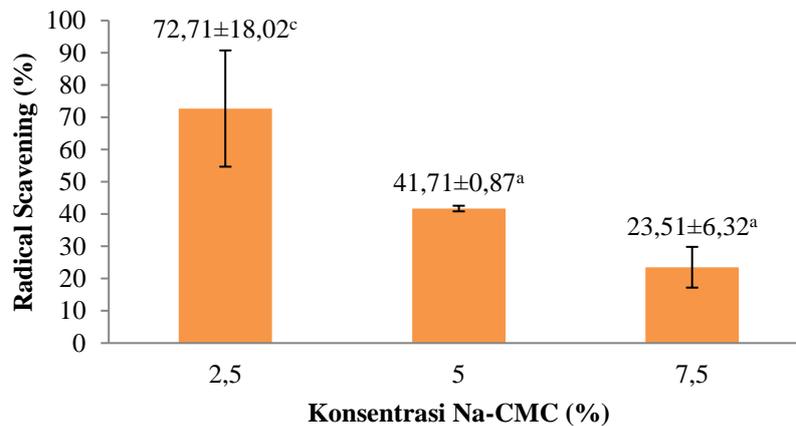
Berdasarkan Gambar 7. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka aktivitas antioksidan pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan aktivitas antioksidan bubuk buah semangka tertinggi 75,79 %RSA pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan aktivitas antioksidan terendah 34,15 %RSA pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Berdasarkan penelitian ini, total fenol dan aktivitas antioksidan memiliki korelasi yang kuat, yakni sebesar 0,9277. Semakin tinggi total fenol maka aktivitas antioksidan akan semakin tinggi pula. Senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatis sehingga mudah untuk mengalami oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Semakin rendah total fenol maka semakin sedikit atom hidrogen yang dapat bereaksi dengan radikal bebas DPPH. Pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin banyak akan menurunkan total fenol. Total fenol yang semakin menurun akan mengakibatkan aktivitas antioksidan juga semakin menurun. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka nilai %RSA akan semakin menurun, yang menandakan aktivitas antioksidan menurun.

Menurunya aktivitas antioksidan juga disebabkan karena semakin banyaknya senyawa bioaktif yang dapat dilapisi oleh maltodekstrin sehingga tidak semua komponen bioaktif dapat berfungsi sebagai antioksidan saat direaksikan dengan DPPH Safithri et al. (2020). Atom hidrogen pada antioksidan yang tersalut tidak dapat beraksi dengan DPPH, sehingga aktivitas antioksidan untuk menangkal

radikal bebas menjadi semakin menurun. Penelitian ini sejalan dengan Tchabo et al. (2018) dan Negrão-Murakami et al. (2017), bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menurunkan aktivitas antioksidan. Penurunan aktivitas antioksidan dapat disebabkan oleh *dilution effect* dari maltodekstrin dengan konsentrasi yang semakin meningkat.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata aktivitas antioksidan dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 8. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka aktivitas antioksidan pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan aktivitas antioksidan bubuk buah semangka tertinggi 72,71% RSA pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan aktivitas antioksidan terendah 23,51% RSA pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Menurut Dobrinis et al. (2021) total fenol dan aktivitas antioksidan memiliki korelasi yang kuat, yakni sebesar 0,9156. Semakin tinggi total fenol maka aktivitas antioksidan akan semakin tinggi pula. Senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatis sehingga mudah untuk mengalami oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa penambahan Na-CMC yang semakin banyak akan menurunkan total fenol. Total fenol yang semakin menurun akan mengakibatkan aktivitas antioksidan juga semakin menurun. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC maka nilai %RSA akan semakin menurun, yang menandakan aktivitas antioksidan menurun. Menurunnya aktivitas antioksidan juga disebabkan karena semakin banyaknya senyawa bioaktif yang dapat dilapisi oleh Na-CMC sehingga tidak semua komponen bioaktif dapat berfungsi sebagai antioksidan saat direaksikan dengan DPPH.

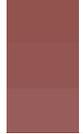
Warna

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap nilai L bubuk semangka merah, tetapi tidak berbeda nyata pada nilai a*, b*, C dan H, sedangkan dengan penambahan Na-CMC tidak berbeda nyata terhadap nilai L, a*, b*, C dan H. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Hasil uji warna bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Tabel 1 dan dengan penambahan Na-CMC pada Tabel 2

Tabel 1. Hasil Uji Warna Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodektrin

Perlakuan	L	a*	b*	C	°Hue	Warna
Maltodekstrin 6%	49,0 ^a ±6,2	22,9 ^a ±2,4	16,4 ^a ±1,2	28,2 ^a ±2,7	35,7 ^a ±1,1	
Maltodekstrin 12%	53,1 ^a ±1,4	21,1 ^a ±1,2	15,0 ^a ±2,0	25,8 ^a ±1,8	35,3 ^a ±3,2	
Maltodekstrin 18%	61,1 ^b ±2,0	20,9 ^a ±3,6	13,9 ^a ±2,4	25,4 ^a ±4,0	33,6 ^a ±0,1	

Tabel 2. Hasil Uji Warna Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Perlakuan	L	a*	b*	C	°Hue	Warna
Na-CMC 2,5%	42,8 ^a ±2,9	26,7 ^a ±1,6	14,0 ^a ±1,6	30,1 ^a ±2,0	28,7 ^a ±0,7	
Na-CMC 5%	43,7 ^a ±6,6	25,9 ^a ±1,6	14,0 ^a ±1,2	29,4 ^a ±2,0	28,3 ^b ±0,7	
Na-CMC 7,5%	46,0 ^a ±3,0	25,0 ^a ±1,5	12,3 ^a ±0,9	27,8 ^a ±1,6	26,4 ^a ±0,9	

Rata-rata nilai L pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin berkisar 49,0 hingga 61,1. Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka nilai L akan semakin tinggi yang menandakan semakin cerah. Maltodekstrin dapat meningkatkan kecerahan pada produk. Maltodekstrin memiliki warna yang putih sehingga penambahan konsentrasi maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menyebabkan warna akan semakin cerah. Penelitian ini sejalan dengan Barroso et al. (2017) dan Chang et al. (2020) bahwa maltodekstrin dapat meningkatkan kecerahan pada produk karena warna putih dari maltodekstrin.

Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai L pada bubuk semangka merah dengan penambahan Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai L pada bubuk semangka merah. Na-CMC tidak berpengaruh terhadap nilai L karena Na-CMC memiliki warna yang transparan/tidak berwarna.

Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa nilai a* dan b* pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai a* dan b* pada bubuk semangka merah. Nilai a* positif menunjukkan warna merah, sedangkan nilai b* positif menunjukkan warna kuning. Pigmen warna pada bubuk semangka merah berasal dari likopen yang terdapat pada buah semangka merah. Likopen atau yang disebut α -karoten merupakan suatu karotenoid penyusun utama pigmen merah pada buah semangka yang dapat menghasilkan warna kuning jingga dan merah (Oberoi & Sogi, 2017).

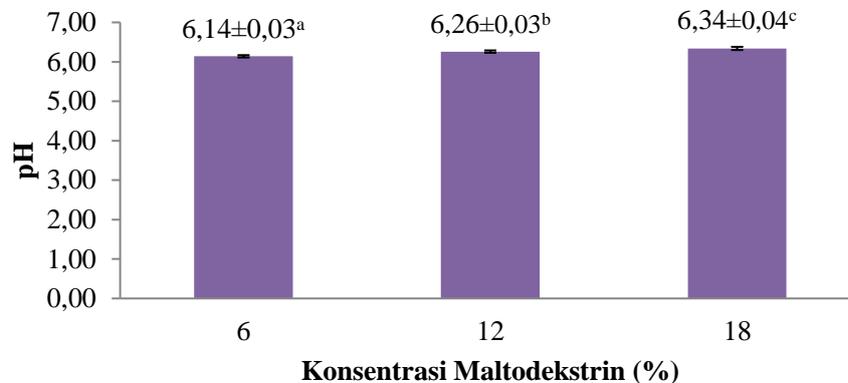
Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa nilai *chroma* (C) dan °Hue pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai C dan °Hue pada bubuk semangka merah. Nilai C menunjukkan intensitas kepuaran atau kepekatan, semakin rendah nilai C maka warna sampel menunjukkan semakin pudar dan sebaliknya.

Nilai °Hue menunjukkan derajat warna pada bahan. Pengelompokan warna berdasarkan nilai °Hue dapat dilihat pada Tabel 4. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin memiliki °Hue berkisar 33,6 hingga 35,7; sehingga bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin termasuk dalam kategori *red*/merah Sama halnya dengan bubuk semangka merah dengan penambahan Na-CMC yang memiliki °Hue berkisar 26,4 hingga 28,7; sehingga termasuk dalam kategori *red*/merah. Penambahan enkapsulan maltodesktrin dan Na-CMC dapat melindungi warna dari bubuk buah semangka merah ketika proses pengeringan. Bubur buah semangka merah memiliki nilai rata-rata L=40,8; a*=26,4; b*=11,9; C=27,6; dan H=24,9. Berdasarkan nilai tersebut maka bubuk buah semangka merah termasuk dalam kategori *red*/merah. Pigmen warna merah pada buah semangka merah berasal dari likopen (Oberoi & Sogi, 2017). Data tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan enkapsulan maltodesktrin dan Na-CMC dapat melindungi likopen selama proses pengeringan, yang ditunjukkan dengan warna bubuk buah dan bubuk

yang dihasilkan tetap memiliki kategori warna yang sama yaitu *red*/merah.

pH

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap pH bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata pH dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 9.

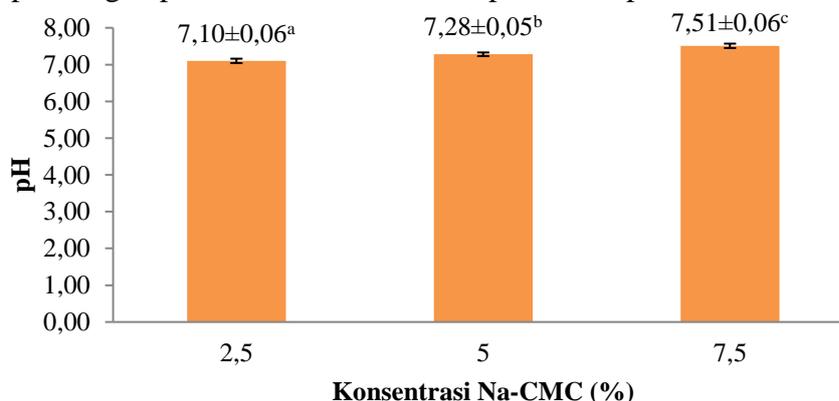


Gambar 9. Histogram pH Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 9. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka nilai pH bubuk semangka merah akan semakin meningkat pula. Didapatkan pH bubuk buah semangka tertinggi 6,34 pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18% dan pH terendah 6,14 pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Pada penelitian ini digunakan maltodekstrin dengan pH hasil pengujian yaitu 6,29, dimana nilai pH tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan pH bubur buah (5,5–6,0) sehingga penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan nilai pH. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka pH bubuk buah semangka akan meningkat pula. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Barroso et al. (2017), menunjukkan bahwa dimana dengan bertambahnya konsentrasi maltodekstrin maka keasaman suatu produk menurun dan pH produk akan semakin tinggi.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap pH bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata pH dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Histogram pH Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Berdasarkan Gambar 10. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka nilai pH bubuk semangka merah akan semakin meningkat pula. Didapatkan pH bubuk buah semangka tertinggi 7,51 pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan pH terendah 7,10 pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Na-CMC merupakan turunan selulosa *dicarboxymethylation* dengan penambahan alkali dan garam natrium. Karboksimetil selulosa (CMC) adalah hasil reaksi selulosa yang sudah dialkalisasi dengan NaOH sehingga suasananya menjadi alkali/basa, sehingga penambahan Na-CMC dapat meningkatkan nilai pH suatu produk. Semakin tinggi penambahan Na-CMC, maka semakin tinggi nilai pH pada bubuk buah semangka merah. Pada penelitian ini digunakan Na-CMC dengan pH 6,78, dimana pH tersebut lebih tinggi dibandingkan pH bubuk buah semangka merah (5,5–6,0) sehingga dengan ditamahnya Na-CMC yang semakin banyak akan meningkatkan nilai pH bubuk buah semangka yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Penambahan maltodekstrin dan Na-CMC berpengaruh terhadap sifat fisikokimia bubuk semangka merah yaitu kadar air, tingkat higroskopis, total fenol, aktivitas antioksidan, dan pH. Pada parameter warna, maltodekstrin yang memberikan pengaruh nyata terhadap nilai L, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai a*, b*, Chroma dan Hue. Na-CMC tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai L*, a*, b*, dan Chroma, tetapi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai Hue.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM), Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya atas dukungan dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astadi, I. R., Astuti, M., Santoso, U., & Nugraheni, P. S. (2009). In vitro antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). *Food Chemistry*, *112*(3), 659–663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.034>
- Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Williams, E., Vanhatalo, A., Wylie, L. J., Winyard, P. G., & Jones, A. M. (2016). Two weeks of watermelon juice supplementation improves nitric oxide bioavailability but not endurance exercise performance in humans. *Nitric Oxide*, *59*, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.06.008>
- Barroso, A. J. R., Almeida, F. A. C., Silva, L. M. M., Castro, D. S., & Neto, A. F. (2017). Influence of Maltodextrin on Physicochemical Characteristics of Lyophilized Mangaba Pulp. *Journal of Agricultural Science*, *9*(11), 253. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n11p253>
- BeMiller, J. N. (2019). Cellulose and Cellulose-Based Hydrocolloids. In *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* (pp. 223–240). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812069-9.00008-X>
- Caballero-Cerón, C., Serment-Moreno, V., Velazquez, G., Torres, J. A., & Welti-Chanes, J. (2018). Hygroscopic properties and glass transition of dehydrated mango, apple and banana. *Journal of Food Science and Technology*, *55*(2), 540–549. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2963-3>
- Caparino, O. A., Tang, J., Nindo, C. I., Sablani, S. S., Powers, J. R., & Fellman, J. K. (2012). Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine ‘Carabao’ var.) powder. *Journal of Food Engineering*, *111*(1), 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.010>
- Chang, L. S., Tan, Y. L., & Pui, L. P. (2020). Production of spray-dried enzyme-liquefied papaya (*Carica papaya* L.) powder. *Brazilian Journal of Food Technology*, *23*, e2019181. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.18119>
- de Oliveira Carvalho, J., & Orlanda, J. F. F. (2017). Heat stability and effect of pH on enzyme activity of polyphenol oxidase in buriti (*Mauritia flexuosa* Linnaeus f.) fruit extract. *Food Chemistry*, *233*, 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.101>
- Do, H. T. T., & Nguyen, H. V. H. (2018). Effects of Spray-Drying Temperatures and Ratios of Gum

Arabic to Microcrystalline Cellulose on Antioxidant and Physical Properties of Mulberry Juice Powder. *Beverages*, 4(4), 101. <https://doi.org/10.3390/beverages4040101>

Dobrinas, S., Soceanu, A., Popescu, V., Carazeanu Popovici, I., & Jitariu, D. (2021). Relationship between Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity, Fe and Cu Content from Tea Plant Samples at Different Brewing Times. *Processes*, 9(8), 1311. <https://doi.org/10.3390/pr9081311>

Ellis, A. C., Mehta, T., Nagabooshanam, V. A., Dudenbostel, T., Locher, J. L., & Crowe-White, K. M. (2021). Daily 100% watermelon juice consumption and vascular function among postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(10), 2959–2968. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.06.022>

Fathi, F., N. Ebrahimi, S., Matos, L. C., P. P. Oliveira, M. B., & Alves, R. C. (2022). Emerging drying techniques for food safety and quality: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1541-4337.12898. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12898>

Fongin, S., Kawai, K., Harnkarnsujarit, N., & Hagura, Y. (2017). Effects of water and maltodextrin on the glass transition temperature of freeze-dried mango pulp and an empirical model to predict plasticizing effect of water on dried fruits. *Journal of Food Engineering*, 210, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.04.025>

Ghosh, S., Sarkar, T., Das, A., & Chakraborty, R. (2022). Natural colorants from plant pigments and their encapsulation: An emerging window for the food industry. *LWT*, 153, 112527. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112527>

González, F., García-Martínez, E., Camacho, M. del M., & Martínez-Navarrete, N. (2019). Stability of the physical properties, bioactive compounds and antioxidant capacity of spray-dried grapefruit powder. *Food Bioscience*, 28, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.009>

Jati, I. R. A. P., Nohr, D., & Konrad Biesalski, H. (2014). Nutrients and antioxidant properties of Indonesian underutilized colored rice. *Nutrition & Food Science*, 44(3), 193–203. <https://doi.org/10.1108/NFS-06-2013-0069>

Jaya, S., & Das, H. (2009). Glass Transition and Sticky Point Temperatures and Stability/Mobility Diagram of Fruit Powders. *Food and Bioprocess Technology*, 2(1), 89–95. <https://doi.org/10.1007/s11947-007-0047-5>

Kim, I.-D., Dhungana, S., Park, Y.-S., Kim, D., & Shin, D.-H. (2017). Persimmon Fruit Powder May Substitute Indolbi, a Synthetic Growth Regulator, in Soybean Sprout Cultivation. *Molecules*, 22(9), 1462. <https://doi.org/10.3390/molecules22091462>

Kraithong, S., & Rawdkuen, S. (2020). Effects of food hydrocolloids on quality attributes of extruded red Jasmine rice noodle. *PeerJ*, 8, e10235. <https://doi.org/10.7717/peerj.10235>

Lan, W., He, L., & Liu, Y. (2018). Preparation and Properties of Sodium Carboxymethyl Cellulose/Sodium Alginate/Chitosan Composite Film. *Coatings*, 8(8), 291. <https://doi.org/10.3390/coatings8080291>

Li, K., Pan, B., Ma, L., Miao, S., & Ji, J. (2020). Effect of Dextrose Equivalent on Maltodextrin/Whey Protein Spray-Dried Powder Microcapsules and Dynamic Release of Loaded Flavor during Storage and Powder Rehydration. *Foods*, 9(12), 1878. <https://doi.org/10.3390/foods9121878>

Ma, X., Chang, P. R., & Yu, J. (2008). Properties of biodegradable thermoplastic pea starch/carboxymethyl cellulose and pea starch/microcrystalline cellulose composites. *Carbohydrate Polymers*, 72(3), 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.09.002>

Manivannan, A., Lee, E.-S., Han, K., Lee, H.-E., & Kim, D.-S. (2020). Versatile Nutraceutical Potentials of Watermelon—A Modest Fruit Loaded with Pharmaceutically Valuable Phytochemicals. *Molecules*, 25(22), 5258. <https://doi.org/10.3390/molecules25225258>

Mendoza-Enano, M. L., Stanley, R., & Frank, D. (2019). Linking consumer sensory acceptability to volatile composition for improved shelf-life: A case study of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *Postharvest Biology and Technology*, 154, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.018>

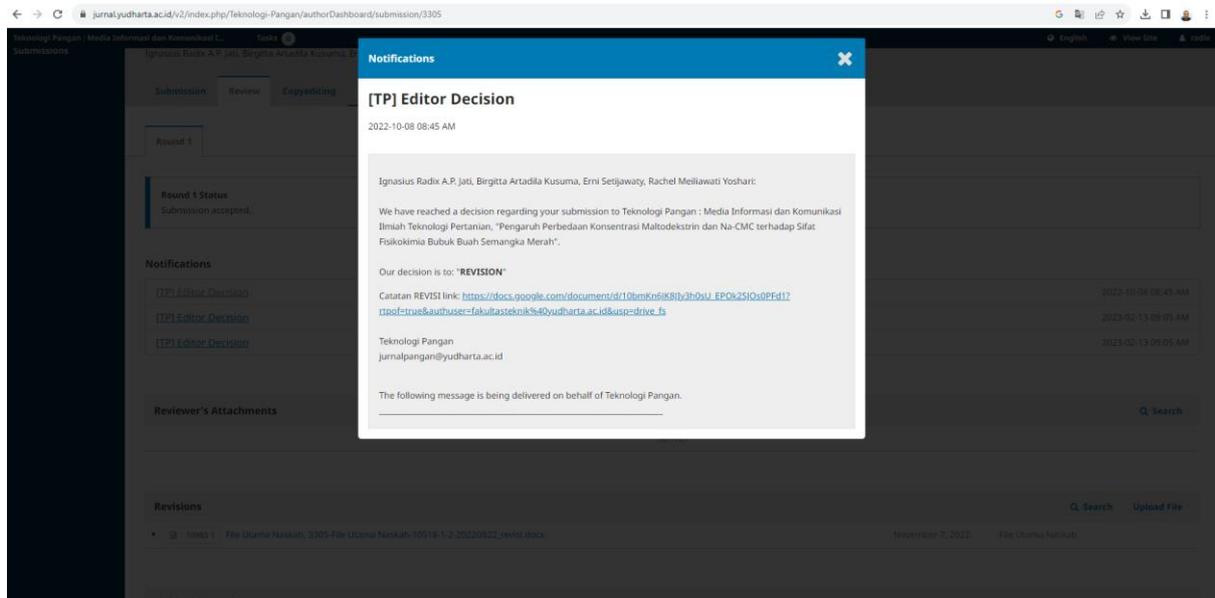
Michalska-Ciechanowska, A., Majerska, J., Brzezowska, J., Wojdyło, A., & Figiel, A. (2020). The Influence of Maltodextrin and Inulin on the Physico-Chemical Properties of Cranberry Juice Powders. *ChemEngineering*, 4(1), 12. <https://doi.org/10.3390/chemengineering4010012>

- Milojevic, Z., Ennis, R., Toscani, M., & Gegenfurtner, K. R. (2018). Categorizing natural color distributions. *Vision Research*, *151*, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.01.008>
- Mishra, P., Mishra, S., & Mahanta, C. L. (2014). Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Emblica officinalis*) juice powder. *Food and Bioproducts Processing*, *92*(3), 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.08.003>
- Negrão-Murakami, A. N., Nunes, G. L., Pinto, S. S., Murakami, F. S., Amante, E. R., Petrus, J. C. C., Prudêncio, E. S., & Amboni, R. D. M. C. (2017). Influence of DE-value of maltodextrin on the physicochemical properties, antioxidant activity, and storage stability of spray dried concentrated mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). *LWT - Food Science and Technology*, *79*, 561–567. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.002>
- Ng, M. L., & Sulaiman, R. (2018). Development of beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. *LWT*, *88*, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.032>
- Nur Hanani, Z. A., Aelma Husna, A. B., Nurul Syahida, S., Nor Khaizura, M. A. B., & Jamilah, B. (2018). Effect of different fruit peels on the functional properties of gelatin/polyethylene bilayer films for active packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, *18*, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.11.004>
- Oberoi, D. P. S., & Sogi, D. S. (2017). Prediction of lycopene degradation during dehydration of watermelon pomace (cv Sugar Baby). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16*(1), 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.03.003>
- Panahirad, S., Naghshiband-Hassani, R., Bergin, S., Katam, R., & Mahna, N. (2020). Improvement of Postharvest Quality of Plum (*Prunus domestica* L.) Using Polysaccharide-Based Edible Coatings. *Plants*, *9*(9), 1148. <https://doi.org/10.3390/plants9091148>
- Putri, Rr. D. A., Setiawan, A., & Anggraini, P. D. (2017). *Effect of carboxymethyl cellulose (CMC) as biopolymers to the edible film sorghum starch hydrophobicity characteristics*. 020044. <https://doi.org/10.1063/1.4976908>
- Radojčin, M., Pavkov, I., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Wiktor, A., Stamenković, Z., Kešelj, K., & Gere, A. (2021). Effect of Selected Drying Methods and Emerging Drying Intensification Technologies on the Quality of Dried Fruit: A Review. *Processes*, *9*(1), 132. <https://doi.org/10.3390/pr9010132>
- Rahimi, J., Singh, A., Adewale, P., Adedeji, A., Ngadi, M., & Raghavan, V. (2013). Effect of Carboxymethyl Cellulose Coating and Osmotic Dehydration on Freeze Drying Kinetics of Apple Slices. *Foods*, *2*(2), 170–182. <https://doi.org/10.3390/foods2020170>
- Rhim, H. C., Kim, S. J., Park, J., & Jang, K.-M. (2020). Effect of citrulline on post-exercise rating of perceived exertion, muscle soreness, and blood lactate levels: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, *9*(6), 553–561. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.02.003>
- Safithri, M., Indariani, S., & Septiyani, D. (2020). Aktivitas Antioksidan dan Total Fenolik Minuman Fungsional Nanoenkapsulasi Berbasis Ekstrak Sirih Merah. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, *7*(1), 69–83. <https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2020.007.01.7>
- Safithri, M., Indariani, S., & Yuliani, R. (2020). Effect of Microencapsulation Techniques on Physical and Chemical Characteristics of Functional Beverage Based on Red Betel Leaf Extract (*Piper crocatum*). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, *23*(8), 276–282. <https://doi.org/10.14710/jksa.23.8.276-282>
- Senadeera, Adiletta, Önal, Di Matteo, & Russo. (2020). Influence of Different Hot Air Drying Temperatures on Drying Kinetics, Shrinkage, and Colour of Persimmon Slices. *Foods*, *9*(1), 101. <https://doi.org/10.3390/foods9010101>
- Siacor, F. D. C., Lim, K. J. A., Cabajar, A. A., Lobarbio, C. F. Y., Lacks, D. J., & Taboada, E. B. (2020). Physicochemical properties of spray-dried mango phenolic compounds extracts. *Journal of Agriculture and Food Research*, *2*, 100048. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100048>
- Tchabo, W., Ma, Y., Kaptso, G. K., Kwaw, E., Cheno, R. W., Wu, M., Osa, R., Ma, S., & Farooq, M. (2018). Carrier Effects on the Chemical and Physical Properties of Freeze-Dried Encapsulated Mulberry Leaf Extract Powder. *Acta Chimica Slovenica*, *65*(4), 823–835.

<https://doi.org/10.17344/acsi.2018.4420>

Tran, T. T. A., & Nguyen, H. V. (2018). Effects of Spray-Drying Temperatures and Carriers on Physical and Antioxidant Properties of Lemongrass Leaf Extract Powder. *Beverages*, 4(4), 84. <https://doi.org/10.3390/beverages4040084>

2. Bukti konfirmasi review dan hasil review
8 Oktober 2022



Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin dan Na-CMC terhadap Sifat Fisikokimia Bubuk Buah Semangka Merah

The effect of Maltodextrin and Na-CMC concentration on Physicochemical Properties of Red Watermelon Powder

Commented [W11]: PERBAIKI PENULISAN SEUAI DENGAN TEMPLATE JURNAL TEKNOLOGI PANGAN

Birgitta Artadila Kusuma¹⁾, Erni Setijawaty¹⁾, Rachel Meiliawati Yoshari¹⁾, Ignasius Radix Astadi Praptono Jati^{1*)}

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Dinoyo 42-44, Surabaya 60265, Indonesia

email : radix@ukwms.ac.id

Informasi Artikel:

Dikirim: 10/09/2019; disetujui: 15/09/2019; diterbitkan: 30/09/2019 (diisi oleh Editor)

ABSTRACT

Red watermelon is commonly served as fresh cut fruit or juice. In order to broaden the use of watermelon, it can also be processed into powder. The purpose of this research was to determine the effect of different types of encapsulation and concentrations of Maltodextrin and Na-CMC on the physicochemical properties of watermelon powder. In this research, the red watermelon juice that mixed with maltodextrin and Na-CMC as encapsulants was dried using a cabinet dryer at a temperature of 60-65°C for 6 hours. The treatment levels of maltodextrin were 6%, 12% and 18%, while the Na-CMC levels was 2.5%, 5% and 7.5%. All of the treatments were repeated three times. The tests carried out included moisture content, hygroscopic level, total phenol, antioxidant activity, color and pH. The results showed that the red watermelon powder with the addition of maltodextrin has a water content of 1.68-3.65%; hygroscopic level between 9.27-11.56%; total phenol content of 437.9543-887.9543 mg GAE/g, antioxidant activity of 34.15-75.79%, color of L=49.0-61.; C=25.4-28.2; H=33.6°-35.7° and pH value of 6.14-6.34. Meanwhile, red watermelon powder with the addition of Na-CMC has a water content of 2.85-3.67%; hygroscopic level 16.87-23.65%; total phenol 224.3183-673.1820 mg GAE/g, antioxidant activity 23.51-72.71% RSA, color with L=42.8-46.0; C=27.8-30.1; H=26.4°-28.7°, and pH 7.10-7.51. Therefore, maltodextrin and Na-CMC can potentially be used for encapsulation of red watermelon powder.

Keywords: red watermelon fruit powder, encapsulation, maltodextrin, Na-CMC

ABSTRAK

Buah semangka merah pada umumnya dikonsumsi sebagai buah potong atau sari buah. Untuk memperluas pemanfaatannya, semangka dapat diproses menjadi bubuk. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji pengaruh perbedaan jenis dan konsentrasi enkapsulan yaitu maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia semangka bubuk. Dalam penelitian ini, sari buah semangka dicampur dengan maltodekstrin dan Na-CM, kemudian dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 60-65°C selama 6 jam. Konsentrasi maltodekstrin yang digunakan adalah 6%, 12% dan 18%, sedangkan konsentrasi Na-CMC adalah 2,5%, 5%, dan 7,5%. Semua perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diuji adalah kadar air, higroskopisitas, total fenol, aktivitas antioksidan, warna, dan pH. Hasil yang diperoleh menunjukkan perlakuan maltodekstrin menghasilkan rentang kadar air sebesar 1,68-3,65%; higroskopisitas sebesar 9,27-11,56%; kadar fenol 437,9543-887,9543 mg GAE/g, aktivitas antioksidan berkisar 34,15-75,79% , warna L=49,0-61.; C=25,4-28,2; H=33,6°-35,7° dan pH berkisar 6,14-6,34. Sementara perlakuan Na-CMC menghasilkan bubuk semangka dengan rentang kadar air 2,85-3,67%; higroskopisitas 16,87-23,65%; kadar fenol 224,3183-673,1820 mg GAE/g, aktivitas antioksidan 23,51-72,71%, warna dengan L=42,8-46,0; C=27,8-30,1; H=26,4°-28,7°, dan pH 7,10-7,51. Oleh karena itu maltodekstrin dan Na-CMC potensia untuk digunakan

dalam proses enkapsulasi bubuk semangka.

Kata kunci : semangka merah bubuk, enkapsulasi, maltodekstrin, Na-CMC

PENDAHULUAN

Semangka (*Citrullus lanatus*) merupakan salah satu buah dalam family Cucurbitaceae yang banyak dikonsumsi dalam bentuk buah potong, bahan campuran salad, atau sari buah. Buah ini disukai karena rasa yang menyegarkan. Buah semangka memiliki kandungan antioksidan terutama likopen dan β karoten yang tinggi yang berpotensi sebagai antioksidan yang dapat mengurangi resiko penyakit kardiovaskular dan kanker ((Ellis et al., 2021)). Kandungan likopen dan β karoten berkontribusi terhadap pembentukan warna daging buah semangka yang cerah dan menarik. Selain itu, kadar air yang tinggi dan adanya kandungan asam amino citrulline membuat buah semangka mulai dikembangkan menjadi minuman atlet berolahraga (Bailey et al., 2016). Kandungan asam amino citrulline dilaporkan mampu meningkatkan performa aktifitas fisik pada manusia maupun pada hewan coba (Rhim et al., 2020). Konsumsi buah semangka dalam diet dilaporkan mampu menurunkan kadar gula darah dan menurunkan tingkat obesitas. Buah semangka juga terbukti memiliki kemampuan mencegah kanker pada hewan coba ((Manivannan et al., 2020).

Disamping memiliki banyak keunggulan, buah semangka termasuk buah yang mudah rusak apabila telah disiapkan menjadi buah potong atau sari buah. Hal ini diakibatkan oleh aktivitas air buah semangka yang tinggi sehingga mengakibatkan kerusakan akibat kontaminasi mikroba ataupun aktivitas enzim (Mendoza-Enano et al., 2019). Usaha yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan buah semangka adalah dengan pengeringan untuk dibuat bubuk buah. Proses pengeringan merupakan proses tertua yang dikenal dalam peradaban manusia untuk memperpanjang umur simpan. Dalam proses pengeringan terjadi penyusutan berat dan volume bahan pangan, serta pengurangan aktivitas enzim, dan mikroba, sehingga bahan pangan dapat disimpan lebih lama (Radojčin et al., 2021). Pengolahan buah semangka menjadi bubuk buah semangka selain dapat memperpanjang umur simpan, juga dapat mempertahankan warna dan juga memperluas penggunaannya pada berbagai produk pangan.

Beberapa metode pengeringan dapat dipergunakan untuk mengeringkan buah, metode yang paling sederhana adalah dengan pengering kabinet (*cabinet dryer*). Metode pengeringan ini tidak memerlukan energi yang besar sehingga ekonomis dan dapat dipergunakan secara luas, Prinsip proses pengeringan kabinet adalah mengalirkan udara melewati rak yang berisi nampan tempat menghamparkan bahan. Udara yang dialirkan memiliki suhu tidak terlalu tinggi dan kelembaban yang rendah sehingga mampu menurunkan kadar air bahan tanpa membuat bahan menjadi cepat mengalami perubahan warna, selain itu suhu pemanasan yang tidak terlalu tinggi dapat meminimalkan penurunan kadar gizi dan komponen bioaktifnya ((Senadeera et al., 2020)). Akan tetapi, kenaikan suhu dan jangka waktu pengeringan yang lama dapat mengakibatkan hasil bubuk buah menjadi lengket. Hal ini terjadi karena massa padatan buah mengandung glukosa, fruktosa, dan sukrosa, serta asam-asam organik yang memiliki sifat kelengketan yang tinggi apabila terkena panas, sehingga pengeringan buah sangat sulit dilakukan. Untuk mengatasinya diperlukan bahan enkapsulan yang berfungsi mengurangi kelengketan dan meningkatkan kestabilan kandungan bubuk buah. Enkapsulan yang dapat dipergunakan adalah maltodekstrin dan natrium-carboxymethyl cellulose (Na-CMC)

Selain meminimalkan kelengketan, adanya enkapsulan juga dapat mempercepat proses pengeringan. Menurut Fathi et al. (2022), enkapsulan juga dapat melapisi komponen flavor, dan menjaga komponen aktif pada buah seperti antioksidan. Penggunaan maltodekstrin dapat mempercepat proses pengeringan karena sifat maltodekstrin yang higroskopis, maka air pada *puree* akan diserap oleh maltodekstrin, dimana Menurut Michalska-Ciechanowska et al. (2020), air yang diserap maltodekstrin akan lebih mudah menguap dari pada kandungan air pada jaringan bahan karena air pada jaringan bahan merupakan air terikat kuat, sedangkan air yang diserap maltodekstrin adalah air terikat lemah. Na-CMC juga dapat mempercepat proses pengeringan, Menurut Lan et al. (2018), Na-CMC dapat

Commented [W12]: Tulisan et al. pakai font Italic cek semu akutipan

menurunkan kemampuan ikatan hidrogen antar molekul air pada bahan sehingga air mudah terlepas/teruapkan. Penggunaan enkapsulan diketahui berpengaruh pada kemampuan mempertahankan komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan pada bubuk buah jeruk bali (González et al., 2019). Selain itu enkapsulan dikenal dapat mempertahankan warna buah yang dikeringkan mirip dengan warna buah segarnya (Ghosh et al., 2022). Akan tetapi penelitian pengeringan buah semangka dengan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC menggunakan pengering kabinet masih sangat terbatas. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan menginvestigasi pengaruh penggunaan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia bubuk buah semangka yang dikeringkan dengan pengering kabinet.

METODE PELAKSANAAN

Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat bubuk buah semangka merah terdiri dari buah semangka merah segar serta enkapsulan maltodekstrin atau Na-CMC. Buah semangka diperoleh dari pasar tradisional di Surabaya, sedangkan maltodekstrin (DE = 13,8%) dan Na-CMC (kadar Na-CMC 100%) diperoleh pemasok yang ada di Surabaya. Bahan yang digunakan untuk analisa terdiri dari akuades, kertas saring, kertas lensa, larutan NaCl jenuh (RH 7,5), methanol, kertas Whatman no. 40, *aluminium foil*, asam galat, reagen Folin-Ciocalteu, Na₂CO₃ 2,5 %, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil, buffer fosfat (pH 6,6), larutan buffer fosfat (pH 7,2).

Alat

Alat yang digunakan untuk membuat bubuk buah semangka terdiri dari pisau *stainless steel*, *blender* (Philip) untuk menghancurkan buah semangka dan mencampurkan dengan enkapsulan, *grinder* (Philips) untuk menjadikan bubuk/menghaluskan, timbangan digital (Tri J), sendok *stainless steel*, mika, loyang, *cabinet dryer*, kuas, corong, ayakan 45 mesh. Alat yang digunakan untuk analisa adalah pipet tetes, corong, tabung reaksi, pengaduk kaca, sendok tanduk, botol semprot, timbangan analitik kapasitas maksimum 200 g (Ohaus), botol timbang (RRC), loyang, eksikator, oven (Binder), *beaker glass* 100 ml (Iwaki), desikator, erlenmeyer 25 ml (Iwaki), *waterbath shaker*, sentrifus (Hettich), labu takar 100 ml (Iwaki), labu takar 10 ml (Iwaki), pipet ukur 1 ml (Iwaki), pipet volume 5 dan 10 ml (Pyrex), spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV 1700 Pharmaspec), kuvet (Hellma 10 mm), cawan petri, *color reader* (Minolta) dan pH meter (SI Analytics Lab 885).

Metode/ Pelaksanaan

Proses Pembuatan Bubuk Buah Jambu Biji Merah

Proses pembuatan bubuk semangka merah diawali dengan proses penimbangan dan pengupasan kulit buah. Daging buah semangka merah yang didapatkan akan dihancurkan dengan *chopper* (kecepatan 1, 1900 rpm) dan dihasilkan bubur buah. Selanjutnya, bubur buah disaring dan dilakukan penimbangan untuk masing-masing perlakuan. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran dengan enkapsulan hingga tidak ada gumpalan. Bubur yang telah homogen dituangkan pada loyang yang telah dialasi mika (masing-masing mika 70 g bubur buah). Selanjutnya, dilakukan pengeringan dengan *cabinet dryer* (suhu 60-65°C) selama 4 jam. Setelah proses pengeringan akan dihasilkan lembaran kering dan dilanjutkan dengan proses penggilingan menggunakan *grinder* selama 30 detik. Selanjutnya, dilakukan pengayakan dengan ukuran 45 mesh dan akan dihasilkan bubuk. Bubuk buah disimpan dalam wadah yang diberi *silica gel* dan dimasukkan kedalam *aluminium pouch*. Taraf perlakuan Na-CMC yang digunakan pada penelitian ini adalah 2,5%; 5%; 7,5% (b/b), sedangkan taraf perlakuan maltodekstrin yang digunakan adalah 6%; 12%; 18% (b/b).

Prosedur Analisa Kadar Air Metode Thermogravimetri

Analisa kadar air dilakukan secara objektif dengan metode thermogravimetri (Kim et al., 2017). Prosedur metode ini adalah pengeringan botol timbang dalam oven bersuhu 105°C selama 30 menit, lalu dilakukan pendinginan dalam eksikator selama 10 menit, dan dilakukan penimbangan hingga diperoleh botol konstan. Selanjutnya penimbangan sampel sebanyak 1 g dalam botol timbang yang telah diketahui berat konstannya. Pengeringan sampel dalam botol timbang dalam oven dengan suhu

105°C selama 3-5 jam dalam keadaan botol timbang terbuka, lalu pendinginan botol timbang dalam eksikator selama 10 menit dan dilakukan penimbangan secara analitis. Selanjutnya sampel dalam botol timbang dikeringkan kembali selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan dilakukan penimbangan secara analitis. Ulangi prosedur ini hingga didapatkan berat yang konstan. Kadar air sampel dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Prosedur Analisa Tingkat Higroskopis

Analisa tingkat higroskopis (Ng & Sulaiman, 2017) dilakukan dengan meletakkan sampel dalam eksikator berisi larutan NaCl dengan konsentrasi tinggi dan didiamkan selama periode waktu tertentu. Hasil dari metode ini adalah selisih berat sampel sebelum peletakkan dalam eksikator dan setelah peletakkan dalam eksikator. Prosedur analisa tingkat higroskopis adalah penimbangan 1 g sampel bubuk buah jambu biji merah dalam botol timbang dan dimasukkan ke dalam eksikator yang berisi NaCl 75%. Selanjutnya dilakukan penyimpanan dalam suhu 25°C selama 1 minggu. Selanjutnya dilakukan penimbangan. Tingkat higroskopis dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Tingkat Higroskopis} = \frac{\text{berat sampel akhir} - \text{berat sampel awal}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Prosedur Ekstraksi Sampel untuk Analisa Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan

Proses ekstraksi (Jati et al., 2014) dilakukan dengan cara penimbangan sampel bubuk buah jambu biji merah sebanyak 2 g dalam erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan pencampuran 20 mL methanol dengan *waterbath shaker* selama 1 jam pada suhu ruangan. Pemisahan endapan dan supernatan dengan sentrifugasi 6000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya silakukan penyaringan dengan kertas saring Whatman no 40. Pengulangan prosedur ekstraksi pada residu sebanyak tiga kali dan pengukuran total volume hasil ekstraksi.

Prosedur Analisa Total Fenol

Analisa total fenol dilakukan secara spektrofotometri menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dan asam galat sebagai pembanding (Jati et al., 2014). Prosedur analisa total fenol adalah pencampuran 0,1 mL ekstrak dan 0,5 mL Folin-Ciocalteu dalam tabung reaksi yang dibungkus *aluminium foil* dengan vortex. Pendiaman selama 8 menit, dan ditambahkan 4,5 mL 2% Na₂CO₃. Selanjutnya dilakukan pendiaman dalam ruang gelap selama 1 jam (suhu ruang). Pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 760 nm dengan spektrofotometer. Hasil dinyatakan dalam g ekuivalen asam galat/100 g sampel.

Prosedur Analisa Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Analisa antioksidan dilakukan secara objektif dengan metode DPPH (Hanani et al., 2018). Prosedur analisa antioksidan dengan metode DPPH adalah penimbangan analitis DPPH sebanyak 0,0049 g. Selanjutnya dilakukan pelarutan dengan methanol sebanyak 25 mL sehingga terbentuk larutan DPPH 0,5 mM. Pipetkan sampel sebanyak 0,25 mL dan ditambahkan 0,5 mL larutan DPPH 0,5 mM dan 4 mL methanol. Pencampuran menggunakan vortex dan diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit dengan suhu 28°C. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer. Analisa aktivitas antioksidan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Radical scavenging activity (RSA)} = \frac{(\text{Abs DPPH} - \text{Abs ekstrak sampel})}{\text{Abs DPPH}} \times 100$$

Prosedur Analisa Warna dengan Color Reader

Analisa warna dilakukan secara objektif dengan alat *color reader* (Milojevic et al., 2018). Hasil pengukuran berupa nilai L* (*lightness*) dengan kisaran warna hitam ke putih (0-100), nilai a* mengukur warna hijau ke merah (60-(-60)) dan nilai b* mengukur warna biru ke kuning (60-(-60)).

Prosedur analisa warna dengan *color reader* adalah peletakkan sampel pada cawan petri tidak berwarna, lalu penempelan sensor *color reader* pada wadah sampel. Penekanan tombol *power on* pada alat *color reader*. Pembacaan dan pencatatan hasil pengujian yang terbaca (nilai L*, a*, b*). Pengulangan prosedur hingga didapatkan hasil *duplo*.

Prosedur Analisa pH dengan pH Meter

Analisa pH dilakukan secara objektif menggunakan alat pH meter (de Oliveira Carvalho & Orlanda, 2017). Hasil pengukuran dilihat dari pembacaan pH stabil pada alat pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan buffer fosfat (pH=7,2). Prosedur analisa pH dengan pH meter adalah pelarutan sampel dengan air (perbandingan 1:5). Pembilasan elektroda dengan akuades dan pengeringan dengan kertas tisu halus. Selanjutnya, pencelupan elektroda dalam larutan sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil. Pencatatan hasil pembacaan pada pH meter. Pengulangan prosedur hingga didapatkan pengujian *duplo*.

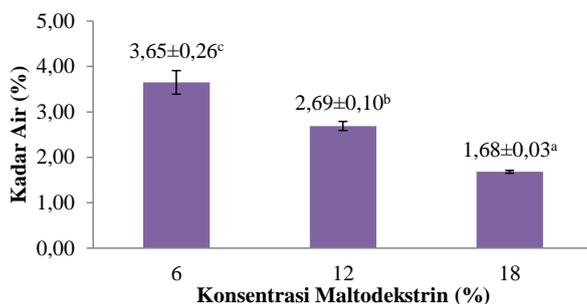
Analisis Data

Data yang diperoleh, dianalisis dengan metode *One-Way ANOVA* dan uji *Duncan's Multiple Range Test* menggunakan SPSS 16.0 *Statistic Software*. Level signifikan yang ditetapkan sebesar $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap kadar air bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata kadar air dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Kadar Air Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

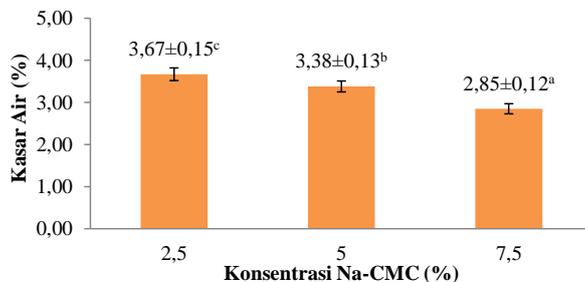
Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka kadar air pada bubuk semangka merah akan semakin turun. Didapatkan kadar air bubuk buah semangka tertinggi 3,65% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan kadar air terendah 1,68% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Maltodekstrin yang ditambahkan dapat menurunkan kadar air pada bubuk semangka merah. Maltodekstrin termasuk dalam senyawa hidrolisis pati tidak sempurna yang terdiri dari campuran gula-gula sederhana dalam jumlah kecil, oligosakarida dengan rantai pendek yang banyak dan sebagian kecil oligosakarida rantai panjang. Maltodekstrin memiliki nilai *Dextrose Equivalent* (DE) berkisar 3-20. Nilai DE mengartikan tentang gambaran kandungan gula pereduksi. Gula pereduksi memiliki gugus hidroksil (OH) yang memiliki kemampuan mengikat air bebas-air terikat lemah pada bahan. Penelitian ini digunakan maltodekstrin dengan nilai DE 13,8. Penambahan maltodekstrin semakin tinggi akan menambah jumlah gula pereduksi pada campuran bahan sehingga meningkatkan

kemampuan mengikat air bebas pada bahan. Air bebas pada bahan akan diikat oleh maltodekstrin membentuk ikatan hidrogen yang mudah untuk diuapkan (Li et al., 2020).

Menurut Tran & Nguyen (2018), air yang diserap maltodekstrin akan lebih mudah menguap dari pada kandungan air pada jaringan bahan karena air pada jaringan bahan merupakan air terikat kuat, sedangkan air yang diserap maltodekstrin adalah air terikat lemah. Maltodekstrin memiliki berat molekul rendah (<4000) dan struktur molekul yang sederhana sehingga air mudah untuk diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung. Semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin banyak air yang diserap oleh maltodekstrin yang lebih mudah untuk teruapkan, sehingga kadar air bubuk semangka merah akan semakin menurun dengan penambahan maltodekstrin. Penelitian Barroso et al. (2017) dan Chang et al. (2020) juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka kadar air produk ekstrak kulit buah dan bubuk ekstrak enzim dari pepaya yang dikeringkan akan semakin menurun.

Hasil lain menunjukkan bahwa berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$, konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap kadar air bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata kadar air dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 2.



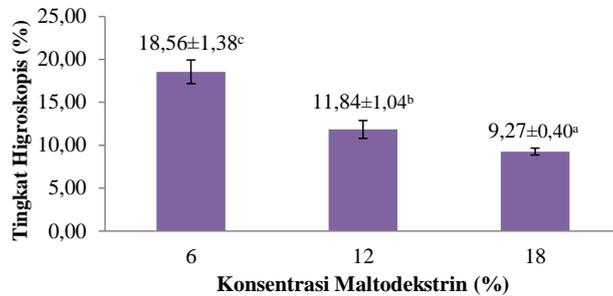
Gambar 2. Histogram Kadar Air Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka kadar air pada bubuk semangka merah akan semakin turun. Didapatkan kadar air bubuk buah semangka tertinggi 3,67% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan kadar air terendah 2,85% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Na-CMC merupakan polimer yang memiliki sifat dapat mengikat air sehingga mudah membentuk struktur hidrogen. Gugus hidroksil pada CMC akan membentuk ikatan hidrogen yang mampu menurunkan kemampuan ikatan antar molekul air pada bahan sehingga air mudah terlepas/teruapkan pada proses pengeringan (BeMiller, 2019). Menurut penelitian González et al. (2019) dan Rahimi et al. (2013) penggunaan Na-CMC pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat menurunkan kadar air.

Tingkat Higroskopis

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata tingkat higroskopis dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 3.



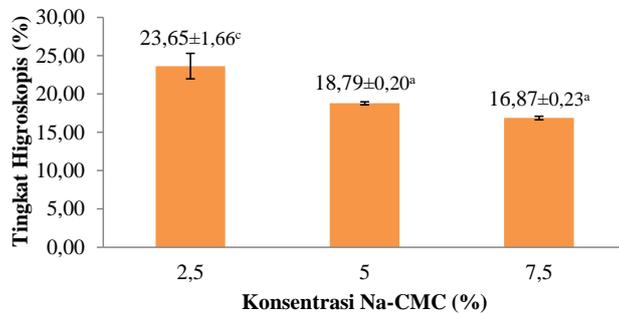
Gambar 3. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka tingkat higroskopis pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan tingkat higroskopis bubuk buah semangka tertinggi 18,56% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan tingkat higroskopis terendah 9,27% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Produk pangan kering seperti bubuk umumnya berada dalam keadaan amorf. Pada suhu ruang, bahan dengan struktur amorf memiliki fase yang padat dan keras yang kemudian akan berubah menjadi lunak, kenyal (*rubbery state*) pada suhu tertentu akibat adanya peningkatan mobilitas (Jaya & Das, 2009). Suhu terjadinya suatu padatan amorf menjadi lunak/kenyal disebut sebagai *glass transition temperature* (Tg). Menurut Caballero-Cerón et al. (2018), umumnya buah-buahan memiliki nilai Tg yang rendah, dimana nilai Tg yang rendah mengakibatkan suatu bahan mudah berubah dalam kondisi *rubbery* yang mengartikan bahwa bahan tersebut bersifat higroskopis. Bubuk buah semangka yang dilakukan pengujian selama satu minggu menunjukkan perubahan fase dalam keadaan *rubbery*. Hal tersebut dikarenakan bubuk buah semangka menyerap air pada lingkungan dengan RH yang tinggi. Semakin rendah konsentrasi maltodekstrin yang digunakan maka semakin tinggi penyerapan air dari lingkungan yang ditandai dengan perubahan dalam keadaan *rubbery*.

Maltodekstrin memiliki nilai Tg yang tinggi (149°C), sehingga dengan semakin tingginya konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka meningkatkan nilai Tg pada bahan, sehingga semakin sulit produk berubah menjadi *rubbery*. Penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menyebabkan ikatan antar bahan dan enkapsulan semakin kuat, sehingga mampu menurunkan penyerapan air ke bahan. Hal tersebut dapat diartikan bahwa maltodekstrin mampu menurunkan kemampuan bubuk buah semangka untuk menyerap air pada lingkungan. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka tingkat higroskopis bubuk semangka merah akan semakin turun. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Caparino et al. (2012) dan Fongin et al. (2017) bahwa penambahan maltodekstrin dapat menurunkan tingkat higroskopis bahan karena nilai Tg pada bahan akan semakin meningkat.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata tingkat higroskopis dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

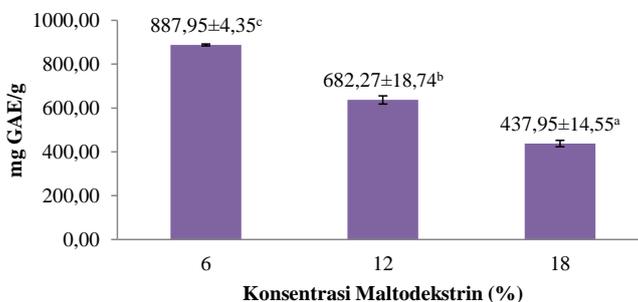
Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC, maka tingkat higroskopis akan semakin meningkat pula. Didapatkan tingkat higroskopis tertinggi 23,65% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan tingkat higroskopis terendah 16,87% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan akan meningkatkan higroskopis bubuk semangka merah.

Na-CMC memiliki nilai Tg sebesar 168°C, sehingga dengan semakin tingginya konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan maka meningkatkan nilai Tg pada bahan., sehingga semakin sulit produk berubah menjadi *rubbery*. Penambahan Na-CMC yang semakin tinggi dapat menyebabkan ikatan antar bahan dan enkapsulan semakin kuat, sehingga mampu menurunkan penyerapan air ke bahan. Hal tersebut berarti Na-CMC mampu menurunkan kemampuan bubuk semangka merah untuk menyerap air dari lingkungan. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC maka tingkat higroskopis bubuk semangka merah akan semakin turun. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ma et al. (2008) dan Putri et al. (2017) bahwa penambahan *carboxymethyl cellose* dapat menurunkan penyerapan air lingkungan pada bahan. Penambahan *carboxymethyl cellose* memungkinkan terjadinya efek jalan yang berliku-liku bagi molekul air yang lewat sehingga tidak mudah terserap ke dalam bahan.

Pada penelitian ini, bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 18% termasuk dalam kategori tidak higroskopis, sedangkan bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 12% termasuk dalam kategori sedikit higroskopis. Bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 6%, Na-CMC 7,5% dan 5% termasuk dalam kategori higroskopis, dan untuk bubuk buah dengan penambahan Na-CMC 2,5% termasuk dalam kategori sangat higroskopis.

Total Fenol

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap total fenol bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata total fenol dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 5.



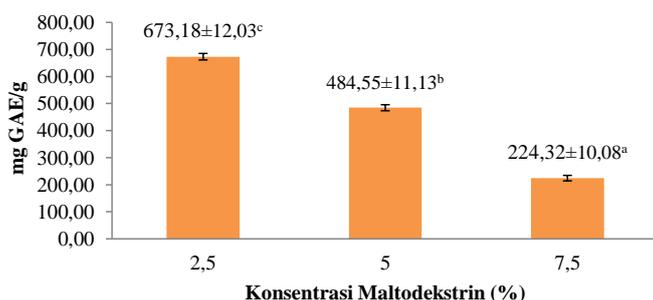
Gambar 5. Histogram Total Fenol Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 5. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka total fenol pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan total fenol bubuk semangka merah tertinggi 887,9543 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan total fenol terendah 437,9543 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Maltodekstrin dapat memerangkap senyawa fenolik dengan adanya struktur *spiral helix*. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin banyak senyawa fenolik yang diperangkap. Banyaknya senyawa fenolik yang diperangkap oleh maltodekstrin mengakibatkan penurunan senyawa fenolik yang dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu pada saat pengukuran total fenol. Senyawa fenolik yang terperangkap memiliki waktu pelepasan sangat lambat untuk dapat bereaksi dengan reagen, sehingga senyawa fenolik yang terukur menjadi lebih rendah (Safithri, Indarayani, & Septiyani, 2020). Pada penelitian ini, semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin mengakibatkan total fenol bubuk semangka merah menurun. Penelitian ini sejalan dengan Mishra et al. (2014) dan Siacor et al. (2020), bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menurunkan total fenol pada bahan. Tingginya maltodekstrin yang ditambahkan menyebabkan semakin tebalnya lapisan yang terbentuk dan meningkatnya total padatan yang mengurangi jumlah bahan inti per massa bubuk, sehingga jumlah total fenol yang terbaca akan semakin sedikit.

Berdasarkan penelitian (Do & Nguyen, 2018), penambahan enkapsulan dengan konsentrasi yang semakin tinggi menghasilkan total fenol pada bahan yang semakin tinggi. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh proses ekstraksi sampel yang dilakukan. Proses ekstraksi sampel selain ditambahkan methanol juga ditambahkan asam berupa HCl, yang dapat dikaitkan dengan *control release*/pelepasan senyawa fenolik. Asam mampu merusak lapisan enkapsulan sehingga senyawa fenolik pada bahan dapat keluar dan terukur lebih tinggi. Hal ini juga dapat dihubungkan dengan kondisi sistem pencernaan manusia yang asam, sehingga antioksidan pada bahan dapat tetap dirilis saat dikonsumsi. Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap total fenol bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata total fenol dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka total fenol pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan total fenol bubuk semangka merah tertinggi 673,1820 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan total fenol terendah 224,3183 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.



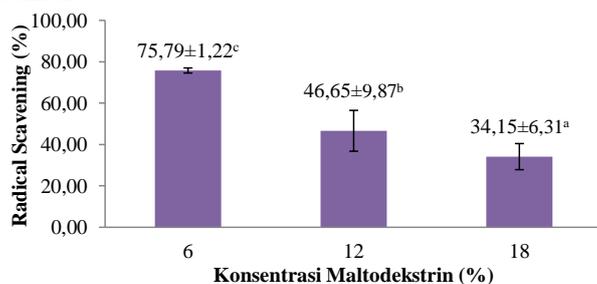
Gambar 6. Histogram Total Fenol Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Penambahan Na-CMC dapat meningkatkan viskositas pada bahan, karena Na-CMC bersifat mampu mengikat air pada bahan. Menurut Safithri et al. (2020), semakin tinggi viskositas bahan maka lapisan

dinding yang berfungsi sebagai penyalut akan terbentuk semakin kuat. Lapisan dinding yang kuat akan mampu untuk melindungi senyawa fenolik, sehingga dapat mengurangi penguapan saat proses pemanasan. Semakin banyak Na-CMC yang ditambahkan maka viskositas pada bahan akan semakin tinggi, sehingga semakin baik dalam melindungi senyawa fenolik dan semakin banyak senyawa fenolik yang dapat dilapisi. Banyaknya senyawa fenolik yang terperangkap oleh Na-CMC mengakibatkan penurunan senyawa fenolik yang dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu pada saat pengukuran total fenol. Senyawa fenolik yang terperangkap memiliki waktu pelepasan sangat lambat untuk dapat bereaksi dengan reagen, sehingga senyawa fenolik yang terukur menjadi lebih rendah. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC mengakibatkan total fenol bubuk semangka merah menurun. Penelitian ini sejalan dengan Panahirad et al. (2020) dan Kraithong & Rawdkuen (2020) bahwa penambahan *carboxymethyl cellulose* yang semakin tinggi dapat menurunkan total fenol pada bahan karena adanya ikatan antara gugus hidroksil CMC dan senyawa fenolik pada bahan.

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata aktivitas antioksidan dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

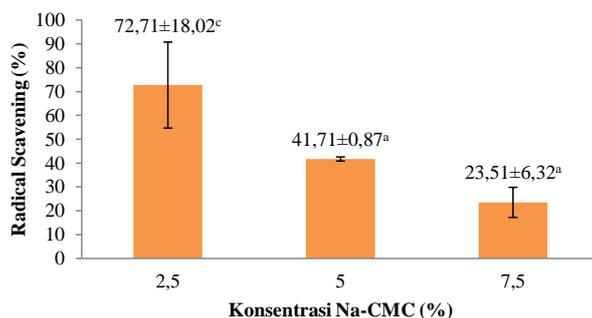
Berdasarkan Gambar 7. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka aktivitas antioksidan pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan aktivitas antioksidan bubuk buah semangka tertinggi 75,79 %RSA pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan aktivitas antioksidan terendah 34,15 %RSA pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Berdasarkan penelitian ini, total fenol dan aktivitas antioksidan memiliki korelasi yang kuat, yakni sebesar 0,9277. Semakin tinggi total fenol maka aktivitas antioksidan akan semakin tinggi pula. Senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatis sehingga mudah untuk mengalami oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Semakin rendah total fenol maka semakin sedikit atom hidrogen yang dapat bereaksi dengan radikal bebas DPPH. Pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin banyak akan menurunkan total fenol. Total fenol yang semakin menurun akan mengakibatkan aktivitas antioksidan juga semakin menurun. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka nilai %RSA akan semakin menurun, yang menandakan aktivitas antioksidan menurun.

Menurunnya aktivitas antioksidan juga disebabkan karena semakin banyaknya senyawa bioaktif yang dapat dilapisi oleh maltodekstrin sehingga tidak semua komponen bioaktif dapat berfungsi sebagai antioksidan saat direaksikan dengan DPPH Safithri et al. (2020). Atom hidrogen pada antioksidan yang tersalut tidak dapat beraksi dengan DPPH, sehingga aktivitas antioksidan untuk menangkal

radikal bebas menjadi semakin menurun. Penelitian ini sejalan dengan Tchabo et al. (2018) dan Negrão-Murakami et al. (2017), bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menurunkan aktivitas antioksidan. Penurunan aktivitas antioksidan dapat disebabkan oleh *dilution effect* dari maltodekstrin dengan konsentrasi yang semakin meningkat.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata aktivitas antioksidan dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 8. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka aktivitas antioksidan pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan aktivitas antioksidan bubuk buah semangka tertinggi 72,71% RSA pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan aktivitas antioksidan terendah 23,51% RSA pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Menurut Dobrinis et al. (2021) total fenol dan aktivitas antioksidan memiliki korelasi yang kuat, yakni sebesar 0,9156. Semakin tinggi total fenol maka aktivitas antioksidan akan semakin tinggi pula. Senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatis sehingga mudah untuk mengalami oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa penambahan Na-CMC yang semakin banyak akan menurunkan total fenol. Total fenol yang semakin menurun akan mengakibatkan aktivitas antioksidan juga semakin menurun. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC maka nilai %RSA akan semakin menurun, yang menandakan aktivitas antioksidan menurun. Menurunnya aktivitas antioksidan juga disebabkan karena semakin banyaknya senyawa bioaktif yang dapat dilapisi oleh Na-CMC sehingga tidak semua komponen bioaktif dapat berfungsi sebagai antioksidan saat direaksikan dengan DPPH.

Warna

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap nilai L bubuk semangka merah, tetapi tidak berbeda nyata pada nilai a*, b*, C dan H, sedangkan dengan penambahan Na-CMC tidak berbeda nyata terhadap nilai L, a*, b*, C dan H. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Hasil uji warna bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Tabel 1 dan dengan penambahan Na-CMC pada Tabel 2

Tabel 1. Hasil Uji Warna Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Perlakuan	L	a*	b*	C	°Hue	Warna
Maltodekstrin 6%	49,0 ^a ±6,2	22,9 ^a ±2,4	16,4 ^a ±1,2	28,2 ^a ±2,7	35,7 ^a ±1,1	
Maltodekstrin 12%	53,1 ^a ±1,4	21,1 ^a ±1,2	15,0 ^a ±2,0	25,8 ^a ±1,8	35,3 ^a ±3,2	
Maltodekstrin 18%	61,1 ^b ±2,0	20,9 ^a ±3,6	13,9 ^a ±2,4	25,4 ^a ±4,0	33,6 ^a ±0,1	

Commented [W13]: Format Tabel sesuaikan dengan tempalte

Tabel 2. Hasil Uji Warna Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Perlakuan	L	a*	b*	C	°Hue	Warna
Na-CMC 2,5%	42,8 ^a ±2,9	26,7 ^a ±1,6	14,0 ^a ±1,6	30,1 ^a ±2,0	28,7 ^a ±0,7	
Na-CMC 5%	43,7 ^a ±6,6	25,9 ^a ±1,6	14,0 ^a ±1,2	29,4 ^a ±2,0	28,3 ^b ±0,7	
Na-CMC 7,5%	46,0 ^a ±3,0	25,0 ^a ±1,5	12,3 ^a ±0,9	27,8 ^a ±1,6	26,4 ^a ±0,9	

Rata-rata nilai L pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin berkisar 49,0 hingga 61,1. Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka nilai L akan semakin tinggi yang menandakan semakin cerah. Maltodekstrin dapat meningkatkan kecerahan pada produk. Maltodekstrin memiliki warna yang putih sehingga penambahan konsentrasi maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menyebabkan warna akan semakin cerah. Penelitian ini sejalan dengan Barroso et al. (2017) dan Chang et al. (2020) bahwa maltodekstrin dapat meningkatkan kecerahan pada produk karena warna putih dari maltodekstrin.

Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai L pada bubuk semangka merah dengan penambahan Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai L pada bubuk semangka merah. Na-CMC tidak berpengaruh terhadap nilai L karena Na-CMC memiliki warna yang transparan/tidak berwarna.

Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa nilai a* dan b* pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai a* dan b* pada bubuk semangka merah. Nilai a* positif menunjukkan warna merah, sedangkan nilai b* positif menunjukkan warna kuning. Pigmen warna pada bubuk semangka merah berasal dari likopen yang terdapat pada buah semangka merah. Likopen atau yang disebut α-karoten merupakan suatu karotenoid penyusun utama pigmen merah pada buah semangka yang dapat menghasilkan warna kuning jingga dan merah (Oberoi & Sogi, 2017).

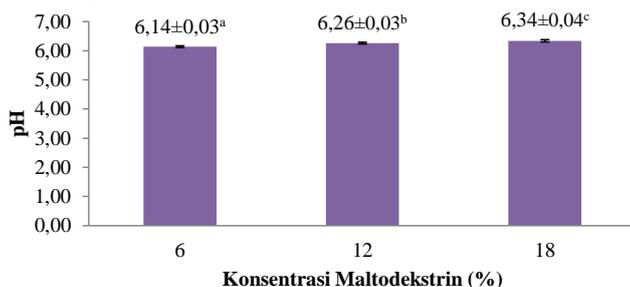
Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa nilai chroma (C) dan °Hue pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai C dan °Hue pada bubuk semangka merah. Nilai C menunjukkan intensitas kepuhutan atau kepekatan, semakin rendah nilai C maka warna sampel menunjukkan semakin pudar dan sebaliknya.

Nilai °Hue menunjukkan derajat warna pada bahan. Pengelompokan warna berdasarkan nilai °Hue dapat dilihat pada Tabel 4. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin memiliki °Hue berkisar 33,6 hingga 35,7; sehingga bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin termasuk dalam kategori red/merah Sama halnya dengan bubuk semangka merah dengan penambahan Na-CMC yang memiliki °Hue berkisar 26,4 hingga 28,7; sehingga termasuk dalam kategori red/merah. Penambahan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC dapat melindungi warna dari bubuk buah semangka merah ketika proses pengeringan. Bubur buah semangka merah memiliki nilai rata-rata L=40,8; a*=26,4; b*=11,9; C=27,6; dan H=24,9. Berdasarkan nilai tersebut maka bubuk buah semangka merah termasuk dalam kategori red/merah. Pigmen warna merah pada buah semangka merah berasal dari likopen (Oberoi & Sogi, 2017). Data tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC dapat melindungi likopen selama proses pengeringan, yang ditunjukkan dengan warna bubuk buah dan bubuk

yang dihasilkan tetap memiliki kategori warna yang sama yaitu *red*/merah.

pH

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap pH bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata pH dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 9.

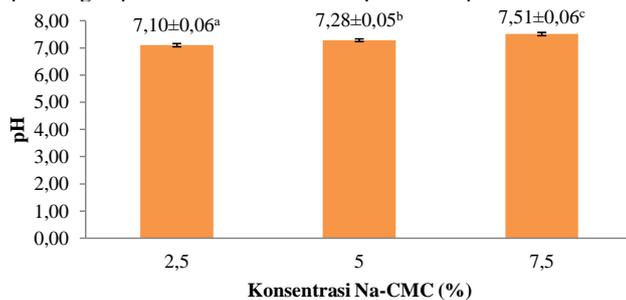


Gambar 9. Histogram pH Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 9. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka nilai pH bubuk semangka merah akan semakin meningkat pula. Didapatkan pH bubuk buah semangka tertinggi 6,34 pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18% dan pH terendah 6,14 pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Pada penelitian ini digunakan maltodekstrin dengan pH hasil pengujian yaitu 6,29, dimana nilai pH tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan pH bubur buah (5,5–6,0) sehingga penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan nilai pH. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka pH bubuk buah semangka akan meningkat pula. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Barroso et al. (2017), menunjukkan bahwa dimana dengan bertambahnya konsentrasi maltodekstrin maka keasaman suatu produk menurun dan pH produk akan semakin tinggi.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap pH bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata pH dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Histogram pH Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Berdasarkan Gambar 10. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka nilai pH bubuk semangka merah akan semakin meningkat pula. Didapatkan pH bubuk buah semangka tertinggi 7,51 pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5% dan pH terendah 7,10 pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Na-CMC merupakan turunan selulosa *dicarboxymethylation* dengan penambahan alkali dan garam natrium. Karboksimetil selulosa (CMC) adalah hasil reaksi selulosa yang sudah dialkalisasi dengan NaOH sehingga suasananya menjadi alkali/basa, sehingga penambahan Na-CMC dapat meningkatkan nilai pH suatu produk. Semakin tinggi penambahan Na-CMC, maka semakin tinggi nilai pH pada bubuk buah semangka merah. Pada penelitian ini digunakan Na-CMC dengan pH 6,78, dimana pH tersebut lebih tinggi dibandingkan pH bubuk buah semangka merah (5,5–6,0) sehingga dengan ditamahnya Na-CMC yang semakin banyak akan meningkatkan nilai pH bubuk buah semangka yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Penambahan maltodekstrin dan Na-CMC berpengaruh terhadap sifat fisikokimia bubuk semangka merah yaitu kadar air, tingkat higroskopis, total fenol, aktivitas antioksidan, dan pH. Pada parameter warna, maltodekstrin yang memberikan pengaruh nyata terhadap nilai L, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai a*, b*, Chroma dan Hue. Na-CMC tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai L*, a*, b*, dan Chroma, tetapi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai Hue.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM), Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya atas dukungan dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astadi, I. R., Astuti, M., Santoso, U., & Nugraheni, P. S. (2009). In vitro antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). *Food Chemistry*, *112*(3), 659–663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.034>
- Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Williams, E., Vanhatalo, A., Wylie, L. J., Winyard, P. G., & Jones, A. M. (2016). Two weeks of watermelon juice supplementation improves nitric oxide bioavailability but not endurance exercise performance in humans. *Nitric Oxide*, *59*, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.06.008>
- Barroso, A. J. R., Almeida, F. A. C., Silva, L. M. M., Castro, D. S., & Neto, A. F. (2017). Influence of Maltodextrin on Physicochemical Characteristics of Lyophilized Mangaba Pulp. *Journal of Agricultural Science*, *9*(11), 253. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n11p253>
- BeMiller, J. N. (2019). Cellulose and Cellulose-Based Hydrocolloids. In *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* (pp. 223–240). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812069-9.00008-X>
- Caballero-Cerón, C., Serment-Moreno, V., Velazquez, G., Torres, J. A., & Welti-Chanes, J. (2018). Hygroscopic properties and glass transition of dehydrated mango, apple and banana. *Journal of Food Science and Technology*, *55*(2), 540–549. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2963-3>
- Caparino, O. A., Tang, J., Nindo, C. I., Sablani, S. S., Powers, J. R., & Fellman, J. K. (2012). Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. *Journal of Food Engineering*, *111*(1), 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.010>
- Chang, L. S., Tan, Y. L., & Pui, L. P. (2020). Production of spray-dried enzyme-liquefied papaya (*Carica papaya* L.) powder. *Brazilian Journal of Food Technology*, *23*, e2019181. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.18119>
- de Oliveira Carvalho, J., & Orlanda, J. F. F. (2017). Heat stability and effect of pH on enzyme activity of polyphenol oxidase in buriiti (*Mauritia flexuosa* Linnaeus f.) fruit extract. *Food Chemistry*, *233*, 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.101>
- Do, H. T. T., & Nguyen, H. V. H. (2018). Effects of Spray-Drying Temperatures and Ratios of Gum

Arabic to Microcrystalline Cellulose on Antioxidant and Physical Properties of Mulberry Juice Powder. *Beverages*, 4(4), 101. <https://doi.org/10.3390/beverages4040101>

Dobrinas, S., Soceanu, A., Popescu, V., Carazeanu Popovici, I., & Jitariu, D. (2021). Relationship between Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity, Fe and Cu Content from Tea Plant Samples at Different Brewing Times. *Processes*, 9(8), 1311. <https://doi.org/10.3390/pr9081311>

Ellis, A. C., Mehta, T., Nagabooshanam, V. A., Dudenbostel, T., Locher, J. L., & Crowe-White, K. M. (2021). Daily 100% watermelon juice consumption and vascular function among postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(10), 2959–2968. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.06.022>

Fathi, F., N. Ebrahimi, S., Matos, L. C., P. P. Oliveira, M. B., & Alves, R. C. (2022). Emerging drying techniques for food safety and quality: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1541-4337.12898. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12898>

Fongin, S., Kawai, K., Harnkarnsujarit, N., & Hagura, Y. (2017). Effects of water and maltodextrin on the glass transition temperature of freeze-dried mango pulp and an empirical model to predict plasticizing effect of water on dried fruits. *Journal of Food Engineering*, 210, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.04.025>

Ghosh, S., Sarkar, T., Das, A., & Chakraborty, R. (2022). Natural colorants from plant pigments and their encapsulation: An emerging window for the food industry. *LWT*, 153, 112527. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112527>

González, F., García-Martínez, E., Camacho, M. del M., & Martínez-Navarrete, N. (2019). Stability of the physical properties, bioactive compounds and antioxidant capacity of spray-dried grapefruit powder. *Food Bioscience*, 28, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.009>

Jati, I. R. A. P., Nohr, D., & Konrad Biesalski, H. (2014). Nutrients and antioxidant properties of Indonesian underutilized colored rice. *Nutrition & Food Science*, 44(3), 193–203. <https://doi.org/10.1108/NFS-06-2013-0069>

Jaya, S., & Das, H. (2009). Glass Transition and Sticky Point Temperatures and Stability/Mobility Diagram of Fruit Powders. *Food and Bioprocess Technology*, 2(1), 89–95. <https://doi.org/10.1007/s11947-007-0047-5>

Kim, I.-D., Dhungana, S., Park, Y.-S., Kim, D., & Shin, D.-H. (2017). Persimmon Fruit Powder May Substitute Indolbi, a Synthetic Growth Regulator, in Soybean Sprout Cultivation. *Molecules*, 22(9), 1462. <https://doi.org/10.3390/molecules22091462>

Kraithong, S., & Rawdkuen, S. (2020). Effects of food hydrocolloids on quality attributes of extruded red Jasmine rice noodle. *PeerJ*, 8, e10235. <https://doi.org/10.7717/peerj.10235>

Lan, W., He, L., & Liu, Y. (2018). Preparation and Properties of Sodium Carboxymethyl Cellulose/Sodium Alginate/Chitosan Composite Film. *Coatings*, 8(8), 291. <https://doi.org/10.3390/coatings8080291>

Li, K., Pan, B., Ma, L., Miao, S., & Ji, J. (2020). Effect of Dextrose Equivalent on Maltodextrin/Whey Protein Spray-Dried Powder Microcapsules and Dynamic Release of Loaded Flavor during Storage and Powder Rehydration. *Foods*, 9(12), 1878. <https://doi.org/10.3390/foods9121878>

Ma, X., Chang, P. R., & Yu, J. (2008). Properties of biodegradable thermoplastic pea starch/carboxymethyl cellulose and pea starch/microcrystalline cellulose composites. *Carbohydrate Polymers*, 72(3), 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.09.002>

Manivannan, A., Lee, E.-S., Han, K., Lee, H.-E., & Kim, D.-S. (2020). Versatile Nutraceutical Potentials of Watermelon—A Modest Fruit Loaded with Pharmaceutically Valuable Phytochemicals. *Molecules*, 25(22), 5258. <https://doi.org/10.3390/molecules25225258>

Mendoza-Enano, M. L., Stanley, R., & Frank, D. (2019). Linking consumer sensory acceptability to volatile composition for improved shelf-life: A case study of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *Postharvest Biology and Technology*, 154, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.018>

Michalska-Ciechanowska, A., Majerska, J., Brzezowska, J., Wojdyło, A., & Figiel, A. (2020). The Influence of Maltodextrin and Inulin on the Physico-Chemical Properties of Cranberry Juice Powders. *ChemEngineering*, 4(1), 12. <https://doi.org/10.3390/chemengineering4010012>

Milojevic, Z., Ennis, R., Toscani, M., & Gegenfurtner, K. R. (2018). Categorizing natural color distributions. *Vision Research*, *151*, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.01.008>

Mishra, P., Mishra, S., & Mahanta, C. L. (2014). Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Embllica officinalis*) juice powder. *Food and Bioproducts Processing*, *92*(3), 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.08.003>

Negrão-Murakami, A. N., Nunes, G. L., Pinto, S. S., Murakami, F. S., Amante, E. R., Petrus, J. C. C., Prudêncio, E. S., & Amboni, R. D. M. C. (2017). Influence of DE-value of maltodextrin on the physicochemical properties, antioxidant activity, and storage stability of spray dried concentrated mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). *LWT - Food Science and Technology*, *79*, 561–567. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.002>

Ng, M. L., & Sulaiman, R. (2018). Development of beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. *LWT*, *88*, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.032>

Nur Hanani, Z. A., Aelma Husna, A. B., Nurul Syahida, S., Nor Khaizura, M. A. B., & Jamilah, B. (2018). Effect of different fruit peels on the functional properties of gelatin/polyethylene bilayer films for active packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, *18*, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.11.004>

Oberoi, D. P. S., & Sogi, D. S. (2017). Prediction of lycopene degradation during dehydration of watermelon pomace (cv Sugar Baby). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16*(1), 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.03.003>

Panahirad, S., Naghshiband-Hassani, R., Bergin, S., Katam, R., & Mahna, N. (2020). Improvement of Postharvest Quality of Plum (*Prunus domestica* L.) Using Polysaccharide-Based Edible Coatings. *Plants*, *9*(9), 1148. <https://doi.org/10.3390/plants9091148>

Putri, Rr. D. A., Setiawan, A., & Anggraini, P. D. (2017). *Effect of carboxymethyl cellulose (CMC) as biopolymers to the edible film sorghum starch hydrophobicity characteristics*. 020044. <https://doi.org/10.1063/1.4976908>

Radojčič, M., Pavkov, I., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Wiktor, A., Stamenković, Z., Kešelj, K., & Gere, A. (2021). Effect of Selected Drying Methods and Emerging Drying Intensification Technologies on the Quality of Dried Fruit: A Review. *Processes*, *9*(1), 132. <https://doi.org/10.3390/pr9010132>

Rahimi, J., Singh, A., Adewale, P., Adedeji, A., Ngadi, M., & Raghavan, V. (2013). Effect of Carboxymethyl Cellulose Coating and Osmotic Dehydration on Freeze Drying Kinetics of Apple Slices. *Foods*, *2*(2), 170–182. <https://doi.org/10.3390/foods2020170>

Rhim, H. C., Kim, S. J., Park, J., & Jang, K.-M. (2020). Effect of citrulline on post-exercise rating of perceived exertion, muscle soreness, and blood lactate levels: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, *9*(6), 553–561. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.02.003>

Safithri, M., Indariani, S., & Septiyani, D. (2020). Aktivitas Antioksidan dan Total Fenolik Minuman Fungsional Nanoenkapsulasi Berbasis Ekstrak Sirih Merah. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, *7*(1), 69–83. <https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2020.007.01.7>

Safithri, M., Indariani, S., & Yuliani, R. (2020). Effect of Microencapsulation Techniques on Physical and Chemical Characteristics of Functional Beverage Based on Red Betel Leaf Extract (*Piper crocatum*). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, *23*(8), 276–282. <https://doi.org/10.14710/jksa.23.8.276-282>

Senadeera, Adiletta, Önal, Di Matteo, & Russo. (2020). Influence of Different Hot Air Drying Temperatures on Drying Kinetics, Shrinkage, and Colour of Persimmon Slices. *Foods*, *9*(1), 101. <https://doi.org/10.3390/foods9010101>

Siacor, F. D. C., Lim, K. J. A., Cabajar, A. A., Lobarbio, C. F. Y., Lacks, D. J., & Taboada, E. B. (2020). Physicochemical properties of spray-dried mango phenolic compounds extracts. *Journal of Agriculture and Food Research*, *2*, 100048. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100048>

Tchabo, W., Ma, Y., Kaptso, G. K., Kwaw, E., Chen, R. W., Wu, M., Osae, R., Ma, S., & Farooq, M. (2018). Carrier Effects on the Chemical and Physical Properties of Freeze-Dried Encapsulated Mulberry Leaf Extract Powder. *Acta Chimica Slovenica*, *65*(4), 823–835.

<https://doi.org/10.17344/acsi.2018.4420>

Tran, T. T. A., & Nguyen, H. V. (2018). Effects of Spray-Drying Temperatures and Carriers on Physical and Antioxidant Properties of Lemongrass Leaf Extract Powder. *Beverages*, 4(4), 84. <https://doi.org/10.3390/beverages4040084>

Commented [W14]:

Mohon tulisannya dirapikan

3. Bukti konfirmasi submit revisi artikel dan artikel yang di-resubmit
7 November 2022

The screenshot shows a web browser window with the URL `jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/Teknologi-Pangan/authorDashboard/submission/3305`. The page title is "Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi L...". The dashboard is divided into three main sections:

- Notifications:** A table with three rows, each containing a link to "[TP] Editor Decision" and a timestamp: 2022-10-08 08:45 AM, 2023-02-13 09:05 AM, and 2023-02-13 09:05 AM.
- Reviewer's Attachments:** A section with a search bar and the text "No Files".
- Revisions:** A table with one row showing a revision of "File Utama Naskah, 3305-File Utama Naskah-10518-1-2-20220822_revisi.docx" submitted on "November 7, 2022". The revision is associated with the file "File Utama Naskah". Below the table are "Edit" and "Delete" buttons.

Pengaruh perbedaan konsentrasi maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia bubuk buah semangka merah

The effect of maltodextrin and Na-CMC concentration on physicochemical properties of red watermelon powder

Birgitta Artadila Kusuma¹⁾, Erni Setijawaty¹⁾, Rachel Meiliawati Yoshari¹⁾, Ignasius Radix Astadi Praptono Jati^{1*)}

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Dinoyo 42-44, Surabaya 60265, Indonesia

email : radix@ukwms.ac.id

Informasi Artikel:

Dikirim: 10/09/2019; disetujui: 15/09/2019; diterbitkan: 30/09/2019 (*diisi oleh Editor*)

ABSTRACT

Red watermelon is commonly served as fresh cut fruit or juice. In order to broaden the use of watermelon, it can also be processed into powder. The purpose of this research was to determine the effect of different types of encapsulation and concentrations of Maltodextrin and Na-CMC on the physicochemical properties of watermelon powder. In this research, the red watermelon juice that mixed with maltodextrin and Na-CMC as encapsulants was dried using a cabinet dryer at a temperature of 60-65°C for 6 hours. The treatment levels of maltodextrin were 6%, 12% and 18%, while the Na-CMC levels was 2.5%, 5% and 7.5%. All of the treatments were repeated three times. The tests carried out included moisture content, hygroscopic level, total phenol, antioxidant activity, color and pH. The results showed that the red watermelon powder with the addition of maltodextrin has a water content of 1.68-3.65%; hygroscopic level between 9.27-11.56%; total phenol content of 437.9543-887.9543 mg GAE/g, antioxidant activity of 34.15-75.79%, color of L=49.0-61.; C=25.4-28.2; H=33.6°-35.7° and pH value of 6.14-6.34. Meanwhile, red watermelon powder with the addition of Na-CMC has a water content of 2.85-3.67%; hygroscopic level 16.87-23.65%; total phenol 224.3183-673.1820 mg GAE/g, antioxidant activity 23.51-72.71% RSA, color with L=42.8-46.0; C=27.8-30.1; H=26.4°-28.7°, and pH 7.10-7.51. Therefore, maltodextrin and Na-CMC can potentially be used for encapsulation of red watermelon powder.

Keywords: red watermelon fruit powder, encapsulation, maltodextrin, Na-CMC

ABSTRAK

Buah semangka merah pada umumnya dikonsumsi sebagai buah potong atau sari buah. Untuk memperluas pemanfaatannya, semangka dapat diproses menjadi bubuk. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji pengaruh perbedaan jenis dan konsentrasi enkapsulan yaitu maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia semangka bubuk. Dalam penelitian ini, sari buah semangka dicampur dengan maltodekstrin dan Na-CM, kemudian dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 60-65°C selama 6 jam. Konsentrasi maltodekstrin yang digunakan adalah 6%, 12% dan 18%, sedangkan konsentrasi Na-CMC adalah 2,5%, 5%, dan 7,5%. Semua perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diuji adalah kadar air, higroskopisitas, total fenol, aktivitas antioksidan, warna, dan pH. Hasil yang diperoleh menunjukkan perlakuan maltodekstrin menghasilkan rentang kadar air sebesar 1,68-3,65%; higroskopisitas sebesar 9,27-11,56%; kadar fenol 437,9543-887,9543 mg GAE/g, aktivitas antioksidan berkisar 34,15-75,79% , warna L=49,0-61.; C=25,4-28,2; H=33,6°-35,7° dan pH berkisar 6,14-6,34. Sementara perlakuan Na-CMC menghasilkan bubuk semangka dengan rentang kadar air 2,85-3,67%; higroskopisitas 16,87-23,65%; kadar fenol 224,3183-673,1820 mg GAE/g, aktivitas antioksidan 23,51-72,71%, warna dengan L=42,8-46,0; C=27,8-30,1; H=26,4°-28,7°, dan pH 7,10-7,51. Oleh karena itu maltodekstrin dan Na_CMC potensia untuk digunakan

Commented [W11]: PERBAIKI PENULISAN SEUAI DENGAN TEMPLATE JURNAL TEKNOLOGI PANGAN

Commented [r2R1]: Telah diperbaiki

dalam proses enkapsulasi bubuk semangka.

Kata kunci : semangka merah bubuk, enkapsulasi, maltodekstrin, Na-CMC

PENDAHULUAN

Semangka (*Citrullus lanatus*) merupakan salah satu buah dalam family Cucurbitaceae yang banyak dikonsumsi dalam bentuk buah potong, bahan campuran salad, atau sari buah. Buah ini disukai karena rasa yang menyegarkan. Buah semangka memiliki kandungan antioksidan terutama likopen dan β karoten yang tinggi yang berpotensi sebagai antioksidan yang dapat mengurangi resiko penyakit kardiovaskular dan kanker ((Ellis *et al.*, 2021)). Kandungan likopen dan β karoten berkontribusi terhadap pembentukan warna daging buah semangka yang cerah dan menarik. Selain itu, kadar air yang tinggi dan adanya kandungan asam amino citrulline membuat buah semangka mulai dikembangkan menjadi minuman atlet berolahraga (Bailey *et al.*, 2016). Kandungan asam amino citrulline dilaporkan mampu meningkatkan performa aktivitas fisik pada manusia maupun pada hewan coba (Rhim *et al.*, 2020). Konsumsi buah semangka dalam diet dilaporkan mampu menurunkan kadar gula darah dan menurunkan tingkat obesitas. Buah semangka juga terbukti memiliki kemampuan mencegah kanker pada hewan coba ((Manivannan *et al.*, 2020).

Disamping memiliki banyak keunggulan, buah semangka termasuk buah yang mudah rusak apabila telah disiapkan menjadi buah potong atau sari buah. Hal ini diakibatkan oleh aktivitas air buah semangka yang tinggi sehingga mengakibatkan kerusakan akibat kontaminasi mikroba ataupun aktivitas enzim (Mendoza-Enano *et al.*, 2019). Usaha yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan buah semangka adalah dengan pengeringan untuk dibuat bubuk buah. Proses pengeringan merupakan proses tertua yang dikenal dalam peradaban manusia untuk memperpanjang umur simpan. Dalam proses pengeringan terjadi penyusutan berat dan volume bahan pangan, serta pengurangan aktivitas enzim, dan mikroba, sehingga bahan pangan dapat disimpan lebih lama (Radojčin *et al.*, 2021). Pengolahan buah semangka menjadi bubuk buah semangka selain dapat memperpanjang umur simpan, juga dapat mempertahankan warna dan juga memperluas penggunaannya pada berbagai produk pangan.

Beberapa metode pengeringan dapat dipergunakan untuk mengeringkan buah, metode yang paling sederhana adalah dengan pengering kabinet (*cabinet dryer*). Metode pengeringan ini tidak memerlukan energi yang besar sehingga ekonomis dan dapat dipergunakan secara luas, Prinsip proses pengeringan kabinet adalah mengalirkan udara melewati rak yang berisi nampan tempat menghamparkan bahan. Udara yang dialirkan memiliki suhu tidak terlalu tinggi dan kelembaban yang rendah sehingga mampu menurunkan kadar air bahan tanpa membuat bahan menjadi cepat mengalami perubahan warna, selain itu suhu pemanasan yang tidak terlalu tinggi dapat meminimalkan penurunan kadar gizi dan komponen bioaktifnya ((Senadeera *et al.*, 2020)). Akan tetapi, kenaikan suhu dan jangka waktu pengeringan yang lama dapat mengakibatkan hasil bubuk buah menjadi lengket. Hal ini terjadi karena massa padatan buah mengandung glukosa, fruktosa, dan sukrosa, serta asam-asam organik yang memiliki sifat kelengketan yang tinggi apabila terkena panas, sehingga pengeringan buah sangat sulit dilakukan. Untuk mengatasinya diperlukan bahan enkapsulan yang berfungsi mengurangi kelengketan dan meningkatkan kestabilan kandungan bubuk buah. Enkapsulan yang dapat dipergunakan adalah maltodekstrin dan natrium-carboxymethyl cellulose (Na-CMC)

Selain meminimalkan kelengketan, adanya enkapsulan juga dapat mempercepat proses pengeringan. Menurut Fathi *et al.* (2022), enkapsulan juga dapat melapisi komponen flavor, dan menjaga komponen aktif pada buah seperti antioksidan. Penggunaan maltodekstrin dapat mempercepat proses pengeringan karena sifat maltodekstrin yang higroskopis, maka air pada *puree* akan diserap oleh maltodekstrin, dimana Menurut Michalska-Ciechanowska *et al.* (2020), air yang diserap maltodekstrin akan lebih mudah menguap dari pada kandungan air pada jaringan bahan karena air pada jaringan bahan merupakan air terikat kuat, sedangkan air yang diserap maltodekstrin adalah air terikat lemah. Na-CMC juga dapat mempercepat proses pengeringan, Menurut Lan *et al.* (2018), Na-CMC dapat

Commented [W13]: Tulisan et al. pakai font Italic cek semu akutipan

Commented [r4R3]: Sudah diperbaiki

menurunkan kemampuan ikatan hidrogen antar molekul air pada bahan sehingga air mudah terlepas/teruapkan. Penggunaan enkapsulan diketahui berpengaruh pada kemampuan mempertahankan komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan pada bubuk buah jeruk bali (González *et al.*, 2019). Selain itu enkapsulan dikenal dapat mempertahankan warna buah yang dikeringkan mirip dengan warna buah segarnya (Ghosh *et al.*, 2022). Akan tetapi penelitian pengeringan buah semangka dengan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC menggunakan pengering kabinet masih sangat terbatas. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan menginvestigasi pengaruh penggunaan enkapsulan maltodekstrin dan Na-CMC terhadap sifat fisikokimia bubuk buah semangka yang dikeringkan dengan pengering kabinet.

METODE PELAKSANAAN

Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat bubuk buah semangka merah terdiri dari buah semangka merah segar serta enkapsulan maltodekstrin atau Na-CMC. Buah semangka diperoleh dari pasar tradisional di Surabaya, sedangkan maltodekstrin (DE = 13,8%) dan Na-CMC (kadar Na-CMC 100%) diperoleh pemasok yang ada di Surabaya. Bahan yang digunakan untuk analisa terdiri dari akuades, kertas saring, kertas lensa, larutan NaCl jenuh (RH 7,5), methanol, kertas Whatman no. 40, *aluminium foil*, asam galat, reagen Folin-Ciocalteu, Na₂CO₃ 2,5 %, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil, buffer fosfat (pH 6,6), larutan buffer fosfat (pH 7,2).

Alat

Alat yang digunakan untuk membuat bubuk buah semangka terdiri dari pisau *stainless steel*, *blender* (Philip) untuk menghancurkan buah semangka dan mencampurkan dengan enkapsulan, *grinder* (Philips) untuk menjadikan bubuk/menghaluskan, timbangan digital (Tri J), sendok *stainless steel*, mika, loyang, *cabinet dryer*, kuas, corong, ayakan 45 mesh. Alat yang digunakan untuk analisa adalah pipet tetes, corong, tabung reaksi, pengaduk kaca, sendok tanduk, botol semprot, timbangan analitik kapasitas maksimum 200 g (Ohaus), botol timbang (RRC), loyang, eksikator, oven (Binder), *beaker glass* 100 ml (Iwaki), desikator, erlenmeyer 25 ml (Iwaki), *waterbath shaker*, sentrifus (Hettich), labu takar 100 ml (Iwaki), labu takar 10 ml (Iwaki), pipet ukur 1 ml (Iwaki), pipet volume 5 dan 10 ml (Pyrex), spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV 1700 Pharmaspec), kuvet (Hellma 10 mm), cawan petri, *color reader* (Minolta) dan pH meter (SI Analytics Lab 885).

Metode/ Pelaksanaan

Proses Pembuatan Bubuk Buah Jambu Biji Merah

Proses pembuatan bubuk semangka merah diawali dengan proses penimbangan dan pengupasan kulit buah. Daging buah semangka merah yang didapatkan akan dihancurkan dengan *chopper* (kecepatan 1, 1900 rpm) dan dihasilkan bubur buah. Selanjutnya, bubur buah disaring dan dilakukan penimbangan untuk masing-masing perlakuan. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran dengan enkapsulan hingga tidak ada gumpalan. Bubur yang telah homogen dituangkan pada loyang yang telah dialasi mika (masing-masing mika 70 g bubur buah). Selanjutnya, dilakukan pengeringan dengan *cabinet dryer* (suhu 60-65°C) selama 4 jam. Setelah proses pengeringan akan dihasilkan lembaran kering dan dilanjutkan dengan proses penggilingan menggunakan *grinder* selama 30 detik. Selanjutnya, dilakukan pengayakan dengan ukuran 45 mesh dan akan dihasilkan bubuk. Bubuk buah disimpan dalam wadah yang diberi *silica gel* dan dimasukkan kedalam *aluminium pouch*. Taraf perlakuan Na-CMC yang digunakan pada penelitian ini adalah 2,5%; 5%; 7,5% (b/b), sedangkan taraf perlakuan maltodekstrin yang digunakan adalah 6%; 12%; 18% (b/b).

Prosedur Analisa Kadar Air Metode Thermogravimetri

Analisa kadar air dilakukan secara objektif dengan metode thermogravimetri (Kim *et al.*, 2017). Prosedur metode ini adalah pengeringan botol timbang dalam oven bersuhu 105°C selama 30 menit, lalu dilakukan pendinginan dalam eksikator selama 10 menit, dan dilakukan penimbangan hingga diperoleh botol konstan. Selanjutnya penimbangan sampel sebanyak 1 g dalam botol timbang yang telah diketahui berat konstannya. Pengeringan sampel dalam botol timbang dalam oven dengan suhu

105°C selama 3-5 jam dalam keadaan botol timbang terbuka, lalu pendinginan botol timbang dalam eksikator selama 10 menit dan dilakukan penimbangan secara analitis. Selanjutnya sampel dalam botol timbang dikeringkan kembali selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan dilakukan penimbangan secara analitis. Ulangi prosedur ini hingga didapatkan berat yang konstan. Kadar air sampel dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Prosedur Analisa Tingkat Higroskopis

Analisa tingkat higroskopis (Ng & Sulaiman, 2017) dilakukan dengan meletakkan sampel dalam eksikator berisi larutan NaCl dengan konsentrasi tinggi dan didiamkan selama periode waktu tertentu. Hasil dari metode ini adalah selisih berat sampel sebelum peletakkan dalam eksikator dan setelah peletakkan dalam eksikator. Prosedur analisa tingkat higroskopis adalah penimbangan 1 g sampel bubuk buah jambu biji merah dalam botol timbang dan dimasukkan ke dalam eksikator yang berisi NaCl 75%. Selanjutnya dilakukan penyimpanan dalam suhu 25°C selama 1 minggu. Selanjutnya dilakukan penimbangan. Tingkat higroskopis dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Tingkat Higroskopis} = \frac{\text{berat sampel akhir} - \text{berat sampel awal}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Prosedur Ekstraksi Sampel untuk Analisa Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan

Proses ekstraksi (Jati *et al.*, 2014) dilakukan dengan cara penimbangan sampel bubuk buah jambu biji merah sebanyak 2 g dalam erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan pencampuran 20 mL methanol dengan *waterbath shaker* selama 1 jam pada suhu ruangan. Pemisahan endapan dan supernatan dengan sentrifugasi 6000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya silakukan penyaringan dengan kertas saring Whatman no 40. Pengulangan prosedur ekstraksi pada residu sebanyak tiga kali dan pengukuran total volume hasil ekstraksi.

Prosedur Analisa Total Fenol

Analisa total fenol dilakukan secara spektrofotometri menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dan asam galat sebagai pembanding (Jati *et al.*, 2014). Prosedur analisa total fenol adalah pencampuran 0,1 mL ekstrak dan 0,5 mL Folin-Ciocalteu dalam tabung reaksi yang dibungkus *aluminium foil* dengan vortex. Pendiaman selama 8 menit, dan ditambahkan 4,5 mL 2% Na₂CO₃. Selanjutnya dilakukan pendiaman dalam ruang gelap selama 1 jam (suhu ruang). Pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 760 nm dengan spektrofotometer. Hasil dinyatakan dalam g ekuivalen asam galat/100 g sampel.

Prosedur Analisa Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Analisa antioksidan dilakukan secara objektif dengan metode DPPH (Hanani *et al.*, 2018). Prosedur analisa antioksidan dengan metode DPPH adalah penimbangan analitis DPPH sebanyak 0,0049 g. Selanjutnya dilakukan pelarutan dengan methanol sebanyak 25 mL sehingga terbentuk larutan DPPH 0,5 mM. Pipetkan sampel sebanyak 0,25 mL dan ditambahkan 0,5 mL larutan DPPH 0,5 mM dan 4 mL methanol. Pencampuran menggunakan vortex dan diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit dengan suhu 28°C. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer. Analisa aktivitas antioksidan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Radical scavenging activity (RSA)} = \frac{(\text{Abs DPPH} - \text{Abs ekstrak sampel})}{\text{Abs DPPH}} \times 100$$

Prosedur Analisa Warna dengan Color Reader

Analisa warna dilakukan secara objektif dengan alat *color reader* (Milojevic *et al.*, 2018). Hasil pengukuran berupa nilai L* (*lightness*) dengan kisaran warna hitam ke putih (0-100), nilai a* mengukur warna hijau ke merah (60-(-60)) dan nilai b* mengukur warna biru ke kuning (60-(-60)).

Prosedur analisa warna dengan *color reader* adalah peletakkan sampel pada cawan petri tidak berwarna, lalu penempelan sensor *color reader* pada wadah sampel. Penekanan tombol *power on* pada alat *color reader*. Pembacaan dan pencatatan hasil pengujian yang terbaca (nilai L*, a*, b*). Pengulangan prosedur hingga didapatkan hasil *duplo*.

Prosedur Analisa pH dengan pH Meter

Analisa pH dilakukan secara objektif menggunakan alat pH meter (de Oliveira Carvalho & Orlanda, 2017). Hasil pengukuran dilihat dari pembacaan pH stabil pada alat pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan buffer fosfat (pH=7,2). Prosedur analisa pH dengan pH meter adalah pelarutan sampel dengan air (perbandingan 1:5). Pembilasan elektroda dengan akuades dan pengeringan dengan kertas tisu halus. Selanjutnya, pencelupan elektroda dalam larutan sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil. Pencatatan hasil pembacaan pada pH meter. Pengulangan prosedur hingga didapatkan pengujian *duplo*.

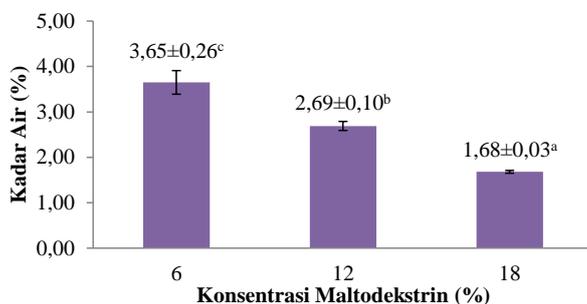
Analisis Data

Data yang diperoleh, dianalisis dengan metode *One-Way ANOVA* dan uji *Duncan's Multiple Range Test* menggunakan SPSS 16.0 *Statistic Software*. Level signifikan yang ditetapkan sebesar $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap kadar air bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata kadar air dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Kadar Air Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

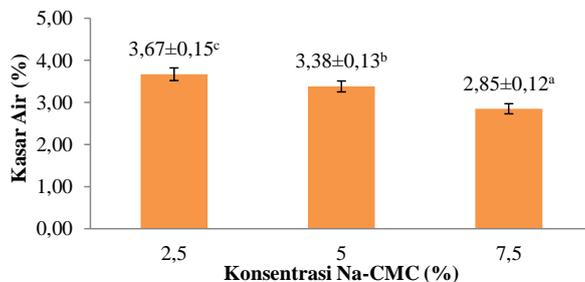
Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka kadar air pada bubuk semangka merah akan semakin turun. Didapatkan kadar air bubuk buah semangka tertinggi 3,65% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan kadar air terendah 1,68% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Maltodekstrin yang ditambahkan dapat menurunkan kadar air pada bubuk semangka merah. Maltodekstrin termasuk dalam senyawa hidrolisis pati tidak sempurna yang terdiri dari campuran gula-gula sederhana dalam jumlah kecil, oligosakarida dengan rantai pendek yang banyak dan sebagian kecil oligosakarida rantai panjang. Maltodekstrin memiliki nilai *Dextrose Equivalent* (DE) berkisar 3-20. Nilai DE mengartikan tentang gambaran kandungan gula pereduksi. Gula pereduksi memiliki gugus hidroksil (OH) yang memiliki kemampuan mengikat air bebas-air terikat lemah pada bahan. Penelitian ini digunakan maltodekstrin dengan nilai DE 13,8. Penambahan maltodekstrin semakin tinggi akan menambah jumlah gula pereduksi pada campuran bahan sehingga meningkatkan

kemampuan mengikat air bebas pada bahan. Air bebas pada bahan akan diikat oleh maltodekstrin membentuk ikatan hidrogen yang mudah untuk diuapkan (Li *et al.*, 2020).

Menurut Tran & Nguyen (2018), air yang diserap maltodekstrin akan lebih mudah menguap dari pada kandungan air pada jaringan bahan karena air pada jaringan bahan merupakan air terikat kuat, sedangkan air yang diserap maltodekstrin adalah air terikat lemah. Maltodekstrin memiliki berat molekul rendah (<4000) dan struktur molekul yang sederhana sehingga air mudah untuk diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung. Semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin banyak air yang diserap oleh maltodekstrin yang lebih mudah untuk teruapkan, sehingga kadar air bubuk semangka merah akan semakin menurun dengan penambahan maltodekstrin. Penelitian Barroso *et al.* (2017) dan Chang *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka kadar air produk ekstrak kulit buah dan bubuk ekstrak enzim dari pepaya yang dikeringkan akan semakin menurun.

Hasil lain menunjukkan bahwa berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$, konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap kadar air bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata kadar air dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 2.



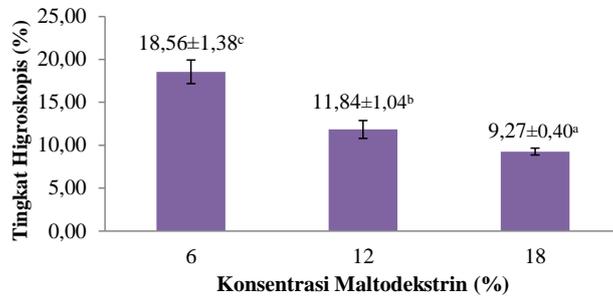
Gambar 2. Histogram Kadar Air Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka kadar air pada bubuk semangka merah akan semakin turun. Didapatkan kadar air bubuk buah semangka tertinggi 3,67% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan kadar air terendah 2,85% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Na-CMC merupakan polimer yang memiliki sifat dapat mengikat air sehingga mudah membentuk struktur hidrogen. Gugus hidroksil pada CMC akan membentuk ikatan hidrogen yang mampu menurunkan kemampuan ikatan antar molekul air pada bahan sehingga air mudah terlepas/teruapkan pada proses pengeringan (BeMiller, 2019). Menurut penelitian González *et al.* (2019) dan Rahimi *et al.* (2013) penggunaan Na-CMC pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat menurunkan kadar air.

Tingkat Higroskopis

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata tingkat higroskopis dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 3.



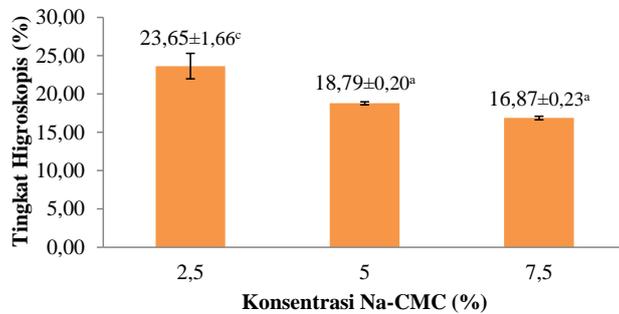
Gambar 3. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka tingkat higroskopis pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan tingkat higroskopis bubuk buah semangka tertinggi 18,56% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan tingkat higroskopis terendah 9,27% pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Produk pangan kering seperti bubuk umumnya berada dalam keadaan amorf. Pada suhu ruang, bahan dengan struktur amorf memiliki fase yang padat dan keras yang kemudian akan berubah menjadi lunak, kenyal (*rubbery state*) pada suhu tertentu akibat adanya peningkatan mobilitas (Jaya & Das, 2009). Suhu terjadinya suatu padatan amorf menjadi lunak/kenyal disebut sebagai *glass transition temperature* (Tg). Menurut Caballero-Cerón *et al.* (2018), umumnya buah-buahan memiliki nilai Tg yang rendah, dimana nilai Tg yang rendah mengakibatkan suatu bahan mudah berubah dalam kondisi *rubbery* yang mengartikan bahwa bahan tersebut bersifat higroskopis. Bubuk buah semangka yang dilakukan pengujian selama satu minggu menunjukkan perubahan fase dalam keadaan *rubbery*. Hal tersebut dikarenakan bubuk buah semangka menyerap air pada lingkungan dengan RH yang tinggi. Semakin rendah konsentrasi maltodekstrin yang digunakan maka semakin tinggi penyerapan air dari lingkungan yang ditandai dengan perubahan dalam keadaan *rubbery*.

Maltodekstrin memiliki nilai Tg yang tinggi (149°C), sehingga dengan semakin tingginya konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka meningkatkan nilai Tg pada bahan, sehingga semakin sulit produk berubah menjadi *rubbery*. Penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menyebabkan ikatan antar bahan dan enkapsulan semakin kuat, sehingga mampu menurunkan penyerapan air ke bahan. Hal tersebut dapat diartikan bahwa maltodekstrin mampu menurunkan kemampuan bubuk buah semangka untuk menyerap air pada lingkungan. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka tingkat higroskopis bubuk semangka merah akan semakin turun. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Caparino *et al.* (2012) dan Fongin *et al.* (2017) bahwa penambahan maltodekstrin dapat menurunkan tingkat higroskopis bahan karena nilai Tg pada bahan akan semakin meningkat.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata tingkat higroskopis dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

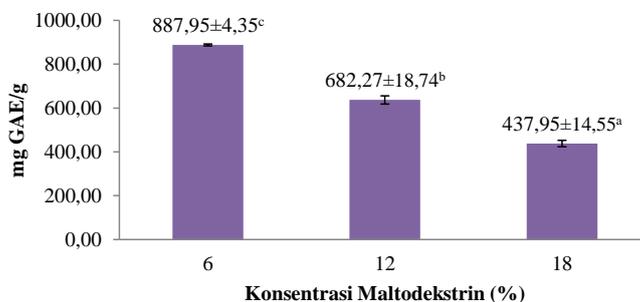
Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC, maka tingkat higroskopis akan semakin meningkat pula. Didapatkan tingkat higroskopis tertinggi 23,65% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan tingkat higroskopis terendah 16,87% pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan akan meningkatkan higroskopis bubuk semangka merah.

Na-CMC memiliki nilai Tg sebesar 168°C, sehingga dengan semakin tingginya konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan maka meningkatkan nilai Tg pada bahan., sehingga semakin sulit produk berubah menjadi *rubbery*. Penambahan Na-CMC yang semakin tinggi dapat menyebabkan ikatan antar bahan dan enkapsulan semakin kuat, sehingga mampu menurunkan penyerapan air ke bahan. Hal tersebut berarti Na-CMC mampu menurunkan kemampuan bubuk semangka merah untuk menyerap air dari lingkungan. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC maka tingkat higroskopis bubuk semangka merah akan semakin turun. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ma *et al.* (2008) dan Putri *et al.* (2017) bahwa penambahan *carboxymethyl cellose* dapat menurunkan penyerapan air lingkungan pada bahan. Penambahan *carboxymethyl cellose* memungkinkan terjadinya efek jalan yang berliku-liku bagi molekul air yang lewat sehingga tidak mudah terserap ke dalam bahan.

Pada penelitian ini, bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 18% termasuk dalam kategori tidak higroskopis, sedangkan bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 12% termasuk dalam kategori sedikit higroskopis. Bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin 6%, Na-CMC 7,5% dan 5% termasuk dalam kategori higroskopis, dan untuk bubuk buah dengan penambahan Na-CMC 2,5% termasuk dalam kategori sangat higroskopis.

Total Fenol

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap total fenol bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata total fenol dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 5.



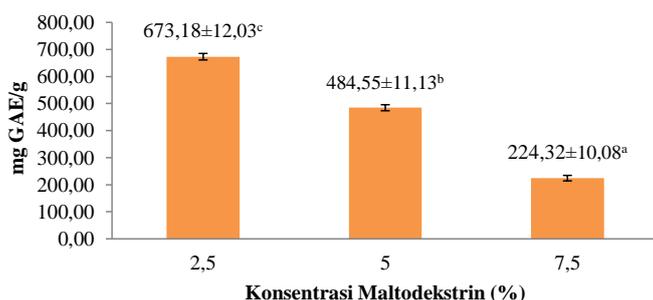
Gambar 5. Histogram Total Fenol Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 5. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka total fenol pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan total fenol bubuk semangka merah tertinggi 887,9543 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan total fenol terendah 437,9543 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Maltodekstrin dapat memerangkap senyawa fenolik dengan adanya struktur *spiral helix*. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin banyak senyawa fenolik yang diperangkap. Banyaknya senyawa fenolik yang diperangkap oleh maltodekstrin mengakibatkan penurunan senyawa fenolik yang dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu pada saat pengukuran total fenol. Senyawa fenolik yang terperangkap memiliki waktu pelepasan sangat lambat untuk dapat bereaksi dengan reagen, sehingga senyawa fenolik yang terukur menjadi lebih rendah (Safithri, Indarayani, & Septiyani, 2020). Pada penelitian ini, semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin mengakibatkan total fenol bubuk semangka merah menurun. Penelitian ini sejalan dengan *Mishra et al.* (2014) dan *Siacor et al.* (2020), bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menurunkan total fenol pada bahan. Tingginya maltodekstrin yang ditambahkan menyebabkan semakin tebalnya lapisan yang terbentuk dan meningkatnya total padatan yang mengurangi jumlah bahan inti per massa bubuk, sehingga jumlah total fenol yang terbaca akan semakin sedikit.

Berdasarkan penelitian (Do & Nguyen, 2018), penambahan enkapsulan dengan konsentrasi yang semakin tinggi menghasilkan total fenol pada bahan yang semakin tinggi. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh proses ekstraksi sampel yang dilakukan. Proses ekstraksi sampel selain ditambahkan methanol juga ditambahkan asam berupa HCl, yang dapat dikaitkan dengan *control release*/pelepasan senyawa fenolik. Asam mampu merusak lapisan enkapsulan sehingga senyawa fenolik pada bahan dapat keluar dan terukur lebih tinggi. Hal ini juga dapat dihubungkan dengan kondisi sistem pencernaan manusia yang asam, sehingga antioksidan pada bahan dapat tetap dirilis saat dikonsumsi. Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap total fenol bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata total fenol dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka total fenol pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan total fenol bubuk semangka merah tertinggi 673,1820 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan total fenol terendah 224,3183 mg GAE/g sampel pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.



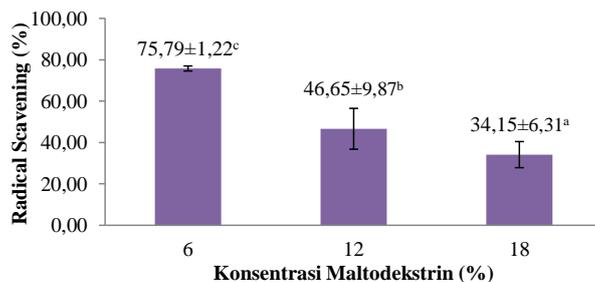
Gambar 6. Histogram Total Fenol Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Penambahan Na-CMC dapat meningkatkan viskositas pada bahan, karena Na-CMC bersifat mampu mengikat air pada bahan. Menurut Safithri *et al.* (2020), semakin tinggi viskositas bahan maka lapisan

dinding yang berfungsi sebagai penyalut akan terbentuk semakin kuat. Lapisan dinding yang kuat akan mampu untuk melindungi senyawa fenolik, sehingga dapat mengurangi penguapan saat proses pemanasan. Semakin banyak Na-CMC yang ditambahkan maka viskositas pada bahan akan semakin tinggi, sehingga semakin baik dalam melindungi senyawa fenolik dan semakin banyak senyawa fenolik yang dapat dilapisi. Banyaknya senyawa fenolik yang terperangkap oleh Na-CMC mengakibatkan penurunan senyawa fenolik yang dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu pada saat pengukuran total fenol. Senyawa fenolik yang terperangkap memiliki waktu pelepasan sangat lambat untuk dapat bereaksi dengan reagen, sehingga senyawa fenolik yang terukur menjadi lebih rendah. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC mengakibatkan total fenol bubuk semangka merah menurun. Penelitian ini sejalan dengan Panahirad *et al.* (2020) dan Kraithong & Rawdkuen (2020) bahwa penambahan *carboxymethyl cellulose* yang semakin tinggi dapat menurunkan total fenol pada bahan karena adanya ikatan antara gugus hidroksil CMC dan senyawa fenolik pada bahan.

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata aktivitas antioksidan dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

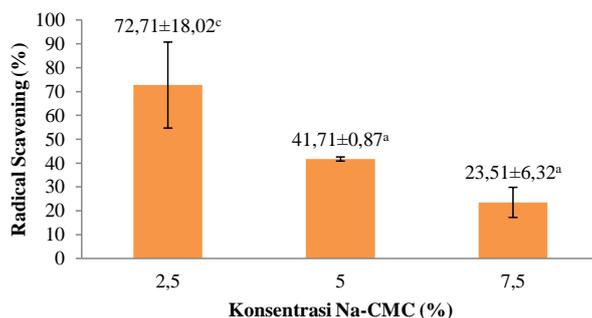
Berdasarkan Gambar 7. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka aktivitas antioksidan pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan aktivitas antioksidan bubuk buah semangka tertinggi 75,79 %RSA pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6% dan aktivitas antioksidan terendah 34,15 %RSA pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Berdasarkan penelitian ini, total fenol dan aktivitas antioksidan memiliki korelasi yang kuat, yakni sebesar 0,9277. Semakin tinggi total fenol maka aktivitas antioksidan akan semakin tinggi pula. Senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatis sehingga mudah untuk mengalami oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Semakin rendah total fenol maka semakin sedikit atom hidrogen yang dapat bereaksi dengan radikal bebas DPPH. Pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin banyak akan menurunkan total fenol. Total fenol yang semakin menurun akan mengakibatkan aktivitas antioksidan juga semakin menurun. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka nilai %RSA akan semakin menurun, yang menandakan aktivitas antioksidan menurun.

Menurunnya aktivitas antioksidan juga disebabkan karena semakin banyaknya senyawa bioaktif yang dapat dilapisi oleh maltodekstrin sehingga tidak semua komponen bioaktif dapat berfungsi sebagai antioksidan saat direaksikan dengan DPPH Safithri *et al.* (2020). Atom hidrogen pada antioksidan yang tersalut tidak dapat beraksi dengan DPPH, sehingga aktivitas antioksidan untuk menangkal

radikal bebas menjadi semakin menurun. Penelitian ini sejalan dengan Tchabo *et al.* (2018) dan Negrão-Murakami *et al.* (2017), bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menurunkan aktivitas antioksidan. Penurunan aktivitas antioksidan dapat disebabkan oleh *dilution effect* dari maltodekstrin dengan konsentrasi yang semakin meningkat.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata aktivitas antioksidan dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 8. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka aktivitas antioksidan pada bubuk semangka merah akan semakin menurun. Didapatkan aktivitas antioksidan bubuk buah semangka tertinggi 72,71% RSA pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5% dan aktivitas antioksidan terendah 23,51% RSA pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Menurut Dobrinis *et al.* (2021) total fenol dan aktivitas antioksidan memiliki korelasi yang kuat, yakni sebesar 0,9156. Semakin tinggi total fenol maka aktivitas antioksidan akan semakin tinggi pula. Senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatis sehingga mudah untuk mengalami oksidasi dengan menyumbangkan atom hidrogen pada radikal bebas. Pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa penambahan Na-CMC yang semakin banyak akan menurunkan total fenol. Total fenol yang semakin menurun akan mengakibatkan aktivitas antioksidan juga semakin menurun. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC maka nilai %RSA akan semakin menurun, yang menandakan aktivitas antioksidan menurun. Menurunnya aktivitas antioksidan juga disebabkan karena semakin banyaknya senyawa bioaktif yang dapat dilapisi oleh Na-CMC sehingga tidak semua komponen bioaktif dapat berfungsi sebagai antioksidan saat direaksikan dengan DPPH.

Warna

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap nilai L bubuk semangka merah, tetapi tidak berbeda nyata pada nilai a*, b*, C dan H, sedangkan dengan penambahan Na-CMC tidak berbeda nyata terhadap nilai L, a*, b*, C dan H. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Hasil uji warna bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Tabel 1 dan dengan penambahan Na-CMC pada Tabel 2

Tabel 1. Hasil Uji Warna Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Perlakuan	L	a*	b*	C	°Hue	Warna
Maltodekstrin 6%	49,0 ^a ±6,2	22,9 ^a ±2,4	16,4 ^a ±1,2	28,2 ^a ±2,7	35,7 ^a ±1,1	
Maltodekstrin 12%	53,1 ^a ±1,4	21,1 ^a ±1,2	15,0 ^a ±2,0	25,8 ^a ±1,8	35,3 ^a ±3,2	
Maltodekstrin 18%	61,1 ^b ±2,0	20,9 ^a ±3,6	13,9 ^a ±2,4	25,4 ^a ±4,0	33,6 ^a ±0,1	

Commented [W15]: Format Tabel sesuaikan dengan tempalte

Tabel 2. Hasil Uji Warna Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Perlakuan	L	a*	b*	C	°Hue	Warna
Na-CMC 2,5%	42,8 ^a ±2,9	26,7 ^a ±1,6	14,0 ^a ±1,6	30,1 ^a ±2,0	28,7 ^a ±0,7	
Na-CMC 5%	43,7 ^a ±6,6	25,9 ^a ±1,6	14,0 ^a ±1,2	29,4 ^a ±2,0	28,3 ^b ±0,7	
Na-CMC 7,5%	46,0 ^a ±3,0	25,0 ^a ±1,5	12,3 ^a ±0,9	27,8 ^a ±1,6	26,4 ^a ±0,9	

Commented [r6R5]: Telah disesuaikan

Rata-rata nilai L pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin berkisar 49,0 hingga 61,1. Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka nilai L akan semakin tinggi yang menandakan semakin cerah. Maltodekstrin dapat meningkatkan kecerahan pada produk. Maltodekstrin memiliki warna yang putih sehingga penambahan konsentrasi maltodekstrin yang semakin tinggi dapat menyebabkan warna akan semakin cerah. Penelitian ini sejalan dengan Barroso *et al.* (2017) dan Chang *et al.* (2020) bahwa maltodekstrin dapat meningkatkan kecerahan pada produk karena warna putih dari maltodekstrin.

Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai L pada bubuk semangka merah dengan penambahan Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai L pada bubuk semangka merah. Na-CMC tidak berpengaruh terhadap nilai L karena Na-CMC memiliki warna yang transparan/tidak berwarna.

Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa nilai a* dan b* pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai a* dan b* pada bubuk semangka merah. Nilai a* positif menunjukkan warna merah, sedangkan nilai b* positif menunjukkan warna kuning. Pigmen warna pada bubuk semangka merah berasal dari likopen yang terdapat pada buah semangka merah. Likopen atau yang disebut α-karoten merupakan suatu karotenoid penyusun utama pigmen merah pada buah semangka yang dapat menghasilkan warna kuning jingga dan merah (Oberoi & Sogi, 2017).

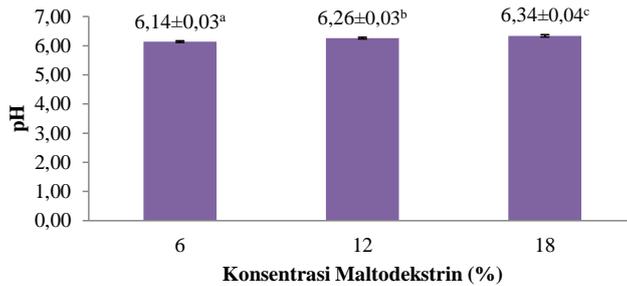
Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa nilai chroma (C) dan °Hue pada bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan hasil yang beda nyata, hal ini berarti bahwa penambahan maltodekstrin maupun Na-CMC pada berbagai konsentrasi tidak mempengaruhi nilai C dan °Hue pada bubuk semangka merah. Nilai C menunjukkan intensitas kepuhutan atau kepekatan, semakin rendah nilai C maka warna sampel menunjukkan semakin pudar dan sebaliknya.

Nilai °Hue menunjukkan derajat warna pada bahan. Pengelompokan warna berdasarkan nilai °Hue dapat dilihat pada Tabel 4. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin memiliki °Hue berkisar 33,6 hingga 35,7; sehingga bubuk semangka merah dengan penambahan maltodekstrin termasuk dalam kategori red/merah Sama halnya dengan bubuk semangka merah dengan penambahan Na-CMC yang memiliki °Hue berkisar 26,4 hingga 28,7; sehingga termasuk dalam kategori red/merah. Penambahan enkapsulan maltodesktrin dan Na-CMC dapat melindungi warna dari bubuk buah semangka merah ketika proses pengeringan. Bubur buah semangka merah memiliki nilai rata-rata L=40,8; a*=26,4; b*=11,9; C=27,6; dan H=24,9. Berdasarkan nilai tersebut maka bubuk buah semangka merah termasuk dalam kategori red/merah. Pigmen warna merah pada buah semangka merah berasal dari likopen (Oberoi & Sogi, 2017). Data tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan enkapsulan maltodesktrin dan Na-CMC dapat melindungi likopen selama proses pengeringan, yang ditunjukkan dengan warna bubuk buah dan bubuk

yang dihasilkan tetap memiliki kategori warna yang sama yaitu *red*/merah.

pH

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi maltodekstrin berbeda nyata terhadap pH bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi maltodekstrin kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata pH dengan penambahan maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 9.

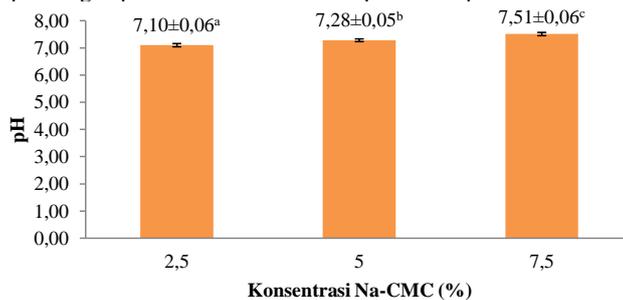


Gambar 9. Histogram pH Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Maltodekstrin

Berdasarkan Gambar 9. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka nilai pH bubuk semangka merah akan semakin meningkat pula. Didapatkan pH bubuk buah semangka tertinggi 6,34 pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 18% dan pH terendah 6,14 pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin 6%. Setiap konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Pada penelitian ini digunakan maltodekstrin dengan pH hasil pengujian yaitu 6,29, dimana nilai pH tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan pH bubur buah (5,5–6,0) sehingga penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan nilai pH. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka pH bubuk buah semangka akan meningkat pula. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Barroso *et al.* (2017), menunjukkan bahwa dimana dengan bertambahnya konsentrasi maltodekstrin maka keasaman suatu produk menurun dan pH produk akan semakin tinggi.

Berdasarkan hasil ANOVA dengan $\alpha=5\%$ menunjukkan konsentrasi Na-CMC berbeda nyata terhadap pH bubuk semangka merah. Adanya beda nyata pada konsentrasi Na-CMC kemudian dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Histogram rata-rata pH dengan penambahan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Histogram pH Bubuk Semangka Merah dengan Penambahan Na-CMC

Berdasarkan Gambar 10. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan, maka nilai pH bubuk semangka merah akan semakin meningkat pula. Didapatkan pH bubuk buah semangka tertinggi 7,51 pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 7,5% dan pH terendah 7,10 pada perlakuan konsentrasi Na-CMC 2,5%. Setiap konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing konsentrasi.

Na-CMC merupakan turunan selulosa *dicarboxymethylation* dengan penambahan alkali dan garam natrium. Karboksimetil selulosa (CMC) adalah hasil reaksi selulosa yang sudah dialkalisasi dengan NaOH sehingga suasananya menjadi alkali/basa, sehingga penambahan Na-CMC dapat meningkatkan nilai pH suatu produk. Semakin tinggi penambahan Na-CMC, maka semakin tinggi nilai pH pada bubuk buah semangka merah. Pada penelitian ini digunakan Na-CMC dengan pH 6,78, dimana pH tersebut lebih tinggi dibandingkan pH bubuk buah semangka merah (5,5–6,0) sehingga dengan ditamahnya Na-CMC yang semakin banyak akan meningkatkan nilai pH bubuk buah semangka yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Penambahan maltodekstrin dan Na-CMC berpengaruh terhadap sifat fisikokimia bubuk semangka merah yaitu kadar air, tingkat higroskopis, total fenol, aktivitas antioksidan, dan pH. Pada parameter warna, maltodekstrin yang memberikan pengaruh nyata terhadap nilai L, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai a*, b*, Chroma dan Hue. Na-CMC tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai L*, a*, b*, dan Chroma, tetapi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai Hue.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM), Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya atas dukungan dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astadi, I. R., Astuti, M., Santoso, U., & Nugraheni, P. S. (2009). In vitro antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). *Food Chemistry*, 112(3), 659–663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.034>
- Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Williams, E., Vanhatalo, A., Wylie, L. J., Winyard, P. G., & Jones, A. M. (2016). Two weeks of watermelon juice supplementation improves nitric oxide bioavailability but not endurance exercise performance in humans. *Nitric Oxide*, 59, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.06.008>
- Barroso, A. J. R., Almeida, F. A. C., Silva, L. M. M., Castro, D. S., & Neto, A. F. (2017). Influence of Maltodextrin on Physicochemical Characteristics of Lyophilized Mangaba Pulp. *Journal of Agricultural Science*, 9(11), 253. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n11p253>
- BeMiller, J. N. (2019). Cellulose and Cellulose-Based Hydrocolloids. In *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* (pp. 223–240). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812069-9.00008-X>
- Caballero-Cerón, C., Serment-Moreno, V., Velazquez, G., Torres, J. A., & Welti-Chanes, J. (2018). Hygroscopic properties and glass transition of dehydrated mango, apple and banana. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), 540–549. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2963-3>
- Caparino, O. A., Tang, J., Nindo, C. I., Sablani, S. S., Powers, J. R., & Fellman, J. K. (2012). Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. *Journal of Food Engineering*, 111(1), 135–148. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.010>
- Chang, L. S., Tan, Y. L., & Pui, L. P. (2020). Production of spray-dried enzyme-liquefied papaya (*Carica papaya* L.) powder. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019181. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.18119>
- de Oliveira Carvalho, J., & Orlanda, J. F. F. (2017). Heat stability and effect of pH on enzyme activity of polyphenol oxidase in buriti (*Mauritia flexuosa* Linnaeus f.) fruit extract. *Food Chemistry*, 233, 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.101>
- Do, H. T. T., & Nguyen, H. V. H. (2018). Effects of Spray-Drying Temperatures and Ratios of Gum

- Arabic to Microcrystalline Cellulose on Antioxidant and Physical Properties of Mulberry Juice Powder. *Beverages*, 4(4), 101. <https://doi.org/10.3390/beverages4040101>
- Dobrinás, S., Soceanu, A., Popescu, V., Carazeanu Popovici, L., & Jitariu, D. (2021). Relationship between Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity, Fe and Cu Content from Tea Plant Samples at Different Brewing Times. *Processes*, 9(8), 1311. <https://doi.org/10.3390/pr9081311>
- Ellis, A. C., Mehta, T., Nagabooshanam, V. A., Dudenbostel, T., Locher, J. L., & Crowe-White, K. M. (2021). Daily 100% watermelon juice consumption and vascular function among postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(10), 2959–2968. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.06.022>
- Fathi, F., N. Ebrahimi, S., Matos, L. C., P. P. Oliveira, M. B., & Alves, R. C. (2022). Emerging drying techniques for food safety and quality: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1541-4337.12898. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12898>
- Fongin, S., Kawai, K., Harnkarnsujarit, N., & Hagura, Y. (2017). Effects of water and maltodextrin on the glass transition temperature of freeze-dried mango pulp and an empirical model to predict plasticizing effect of water on dried fruits. *Journal of Food Engineering*, 210, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.04.025>
- Ghosh, S., Sarkar, T., Das, A., & Chakraborty, R. (2022). Natural colorants from plant pigments and their encapsulation: An emerging window for the food industry. *LWT*, 153, 112527. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112527>
- González, F., García-Martínez, E., Camacho, M. del M., & Martínez-Navarrete, N. (2019). Stability of the physical properties, bioactive compounds and antioxidant capacity of spray-dried grapefruit powder. *Food Bioscience*, 28, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.009>
- Jati, I. R. A. P., Nohr, D., & Konrad Biesalski, H. (2014). Nutrients and antioxidant properties of Indonesian underutilized colored rice. *Nutrition & Food Science*, 44(3), 193–203. <https://doi.org/10.1108/NFS-06-2013-0069>
- Jaya, S., & Das, H. (2009). Glass Transition and Sticky Point Temperatures and Stability/Mobility Diagram of Fruit Powders. *Food and Bioprocess Technology*, 2(1), 89–95. <https://doi.org/10.1007/s11947-007-0047-5>
- Kim, I.-D., Dhungana, S., Park, Y.-S., Kim, D., & Shin, D.-H. (2017). Persimmon Fruit Powder May Substitute Indolbi, a Synthetic Growth Regulator, in Soybean Sprout Cultivation. *Molecules*, 22(9), 1462. <https://doi.org/10.3390/molecules22091462>
- Kraithong, S., & Rawdkuen, S. (2020). Effects of food hydrocolloids on quality attributes of extruded red Jasmine rice noodle. *PeerJ*, 8, e10235. <https://doi.org/10.7717/peerj.10235>
- Lan, W., He, L., & Liu, Y. (2018). Preparation and Properties of Sodium Carboxymethyl Cellulose/Sodium Alginate/Chitosan Composite Film. *Coatings*, 8(8), 291. <https://doi.org/10.3390/coatings8080291>
- Li, K., Pan, B., Ma, L., Miao, S., & Ji, J. (2020). Effect of Dextrose Equivalent on Maltodextrin/Whey Protein Spray-Dried Powder Microcapsules and Dynamic Release of Loaded Flavor during Storage and Powder Rehydration. *Foods*, 9(12), 1878. <https://doi.org/10.3390/foods9121878>
- Ma, X., Chang, P. R., & Yu, J. (2008). Properties of biodegradable thermoplastic pea starch/carboxymethyl cellulose and pea starch/microcrystalline cellulose composites. *Carbohydrate Polymers*, 72(3), 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.09.002>
- Manivannan, A., Lee, E.-S., Han, K., Lee, H.-E., & Kim, D.-S. (2020). Versatile Nutraceutical Potentials of Watermelon—A Modest Fruit Loaded with Pharmaceutically Valuable Phytochemicals. *Molecules*, 25(22), 5258. <https://doi.org/10.3390/molecules25225258>
- Mendoza-Enano, M. L., Stanley, R., & Frank, D. (2019). Linking consumer sensory acceptability to volatile composition for improved shelf-life: A case study of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *Postharvest Biology and Technology*, 154, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.018>
- Michalska-Ciechanowska, A., Majerska, J., Brzezowska, J., Wojdyło, A., & Figiel, A. (2020). The Influence of Maltodextrin and Inulin on the Physico-Chemical Properties of Cranberry Juice Powders. *ChemEngineering*, 4(1), 12. <https://doi.org/10.3390/chemengineering4010012>

- Milojevic, Z., Ennis, R., Toscani, M., & Gegenfurtner, K. R. (2018). Categorizing natural color distributions. *Vision Research*, *151*, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.01.008>
- Mishra, P., Mishra, S., & Mahanta, C. L. (2014). Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Emblca officinalis*) juice powder. *Food and Bioproducts Processing*, *92*(3), 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.08.003>
- Negrão-Murakami, A. N., Nunes, G. L., Pinto, S. S., Murakami, F. S., Amante, E. R., Petrus, J. C. C., Prudêncio, E. S., & Amboni, R. D. M. C. (2017). Influence of DE-value of maltodextrin on the physicochemical properties, antioxidant activity, and storage stability of spray dried concentrated mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). *LWT - Food Science and Technology*, *79*, 561–567. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.002>
- Ng, M. L., & Sulaiman, R. (2018). Development of beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. *LWT*, *88*, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.032>
- Nur Hanani, Z. A., Aelma Husna, A. B., Nurul Syahida, S., Nor Khaizura, M. A. B., & Jamilah, B. (2018). Effect of different fruit peels on the functional properties of gelatin/polyethylene bilayer films for active packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, *18*, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.11.004>
- Oberoi, D. P. S., & Sogi, D. S. (2017). Prediction of lycopene degradation during dehydration of watermelon pomace (cv Sugar Baby). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16*(1), 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.03.003>
- Panahirad, S., Naghshiband-Hassani, R., Bergin, S., Katam, R., & Mahna, N. (2020). Improvement of Postharvest Quality of Plum (*Prunus domestica* L.) Using Polysaccharide-Based Edible Coatings. *Plants*, *9*(9), 1148. <https://doi.org/10.3390/plants9091148>
- Putri, R. D. A., Setiawan, A., & Anggraini, P. D. (2017). *Effect of carboxymethyl cellulose (CMC) as biopolymers to the edible film sorghum starch hydrophobicity characteristics*. 020044. <https://doi.org/10.1063/1.4976908>
- Radojčín, M., Pavkov, I., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Wiktor, A., Stamenković, Z., Kešelj, K., & Gere, A. (2021). Effect of Selected Drying Methods and Emerging Drying Intensification Technologies on the Quality of Dried Fruit: A Review. *Processes*, *9*(1), 132. <https://doi.org/10.3390/pr9010132>
- Rahimi, J., Singh, A., Adewale, P., Adedeji, A., Ngadi, M., & Raghavan, V. (2013). Effect of Carboxylmethyl Cellulose Coating and Osmotic Dehydration on Freeze Drying Kinetics of Apple Slices. *Foods*, *2*(2), 170–182. <https://doi.org/10.3390/foods2020170>
- Rhim, H. C., Kim, S. J., Park, J., & Jang, K.-M. (2020). Effect of citrulline on post-exercise rating of perceived exertion, muscle soreness, and blood lactate levels: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, *9*(6), 553–561. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.02.003>
- Safithri, M., Indariani, S., & Septiyani, D. (2020). Aktivitas Antioksidan dan Total Fenolik Minuman Fungsional Nanoenkapsulasi Berbasis Ekstrak Sirih Merah. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, *7*(1), 69–83. <https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2020.007.01.7>
- Safithri, M., Indariani, S., & Yuliani, R. (2020). Effect of Microencapsulation Techniques on Physical and Chemical Characteristics of Functional Beverage Based on Red Betel Leaf Extract (*Piper crocatum*). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, *23*(8), 276–282. <https://doi.org/10.14710/jksa.23.8.276-282>
- Senadeera, Adiletta, Önal, Di Matteo, & Russo. (2020). Influence of Different Hot Air Drying Temperatures on Drying Kinetics, Shrinkage, and Colour of Persimmon Slices. *Foods*, *9*(1), 101. <https://doi.org/10.3390/foods9010101>
- Siacor, F. D. C., Lim, K. J. A., Cabajar, A. A., Lobarbio, C. F. Y., Lacks, D. J., & Taboada, E. B. (2020). Physicochemical properties of spray-dried mango phenolic compounds extracts. *Journal of Agriculture and Food Research*, *2*, 100048. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100048>
- Tchabo, W., Ma, Y., Kaptso, G. K., Kwaw, E., Chen, R. W., Wu, M., Osae, R., Ma, S., & Farooq,

M. (2018). Carrier Effects on the Chemical and Physical Properties of Freeze-Dried Encapsulated Mulberry Leaf Extract Powder. *Acta Chimica Slovenica*, 65(4), 823–835. <https://doi.org/10.17344/acsi.2018.4420>

Tran, T. T. A., & Nguyen, H. V. (2018). Effects of Spray-Drying Temperatures and Carriers on Physical and Antioxidant Properties of Lemongrass Leaf Extract Powder. *Beverages*, 4(4), 84. <https://doi.org/10.3390/beverages4040084>

Commented [W17]:

Mohon tulisannya dirapikan

Commented [r8R7]: Telah dirapikan

4. Bukti konfirmasi artikel diterima
13 Februari 2023

