

## PENGEMBANGAN PRODUK BUBUK TOMAT DENGAN PENERING KABINET MENGGUNAKAN ENKAPSULAN MALTODEKSTRIN DAN NATRIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE

### *The Development of Tomato Powder using Cabinet Dryer with Maltodextrin and Natrium Carboxymethyl Cellulose as Encapsulant*

Ricky Gonardi, Erni Setijawaty, Ignasius Radix A.P. Jati\*

Program Studi Teknologi Pangan – Fakultas Teknologi Pertanian –  
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya  
Jl. Dinoyo 42-44 – Surabaya 60265  
Penulis Korespondensi, email : radix@ukwms.ac.id

Disubmit : 14 Februari 2022

Direvisi : 27 Juni 2022

Diterima : 6 Juli 2022

#### ABSTRAK

Buah tomat adalah buah yang rentan mengalami kerusakan. Untuk mengatasi kerugian akibat kerusakan, maka buah tomat dapat diolah menjadi bubuk. Salah satu kelebihan bentuk bubuk adalah mudah untuk diaplikasikan pada berbagai olahan pangan. Pembuatan bubuk tomat memerlukan proses pengeringan. Untuk membantu proses pengeringan berlangsung cepat dan dapat mempertahankan komponen aktif di dalamnya, maka diperlukan penyalut atau enkapsulan. Tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh jenis enkapsulan *Natrium Carboxymethyl Cellulose* (Na-CMC) dan maltodekstrin serta perbedaan konsentrasinya terhadap sifat fisikokimia bubuk tomat yang dihasilkan. Pada penelitian ini parameter yang diinvestigasi adalah kadar air, higroskopisitas, kadar fenol, aktivitas antioksidan, warna, dan nilai pH. Untuk analisis statistik, dilakukan uji ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  dan uji lanjutan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Dari hasil investigasi, diketahui jenis enkapsulan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter. Perbedaan konsentrasi Na-CMC (2,5%; 5%; 7,5%) berpengaruh pada rentang kadar air yang dihasilkan yaitu 1,43-3,17%, higroskopisitas (19,35-20,65%), kadar fenol (203,18-613,41 mg GAE/kg bahan), aktivitas antioksidan (43,42-87,27% penangkapan radikal/RSA), dan warna yaitu *lightness* (48,1-55,7); *chroma* (22,5-25,8); *hue* (39,9-40,7), serta pH (5,70-6,18). Sementara itu untuk maltodekstrin, perbedaan konsentrasi (6%, 12%, 18%) menghasilkan rentang kadar air 3,40-4,54%, higroskopisitas 18,55-19,16%, kadar fenol 345,23-795,23 mg GAE/kg bahan, aktivitas antioksidan 57,33-88,67% penangkapan radikal/RSA, warna yaitu *lightness* 52,1-58,6; *chroma* 28,7-45,8; *hue* 41,3-47,8, serta pH 5,30-5,55

Kata kunci: Bubuk Tomat; Enkapsulan; Maltodekstrin; Na-CMC; Pengereng Kabinet

#### ABSTRACT

Tomato is a fruit susceptible to damage resulting in a postharvest loss. Tomatoes can be processed into powder to reduce the potential risk of damage. One of the advantages of the powder form is that it is easy to be applied to various food products. The production of tomato powder requires a drying process. A coating or encapsulation is needed to improve the drying process's efficiency and protect its active components. This study aimed to examine the effect of the encapsulant types of Sodium Carboxymethyl Cellulose (Na-CMC) and maltodextrin and their concentration variation on the physicochemical properties of the tomato powder. This study investigated moisture content, hygroscopicity, phenol content, antioxidant activity, color, and pH value. For statistical analysis, the ANOVA test was performed at  $\alpha = 5\%$  and continued with *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). The investigation results show that the different encapsulants have a significant effect on all parameters. The difference in the concentration of Na-CMC (2.5%; 5%; 7.5%) has an effect on the moisture content (1.43-3.17%),

*hygroscopicity (19.35-20.65%), phenol content (203.18-613.41 mg GAE/kg material), antioxidant activity (43.42-87.27% radical scavenging/RSA), and color which are lightness (48.1-55.7), chroma (22.5-25.8), and hue (39.9-40.7), and also pH (5.70-6.18). Meanwhile for maltodextrin, the difference in concentration (6%, 12%, 18%) resulted in a moisture content range of 3.40-4.54%, hygroscopicity 18.55-19.16%, phenol content 345.23-795.23 mg GAE/kg sample, antioxidant activity 57.33-88.67% radical scavenging/RSA, colors, which are lightness 52.1-58.6; chroma 28.7-45.8; hue 41.3-47.8, and also pH 5.30-5.55.*

*Keywords : Tomato Powder; Encapsulation; Maltodextrin; Na-CMC; Cabinet Dryer*

## PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) adalah hasil pertanian yang banyak dibudidayakan. Buah tomat kaya akan vitamin A dan vitamin C, serta komponen bioaktif dalam jumlah yang tinggi, sertamemiliki harga ekonomis. Data Badan Pusat Statistik Indonesia (2020), menunjukkan tren kenaikan produksi buah tomat di Indonesia yaitu 1.020.333 ton di tahun 2019 ton yang meningkat 4,46% dari tahun 2018. Buah tomat merupakan buah klimakterik, yang dalam penyimpanannya masih mengalami proses pematangan. Buah ini, memiliki kadar air sebesar 94% (Hawlder *et al.*, 1991; Andriyani *et al.*, 2018; Azeez *et al.*, 2019). Variasi olahan buah tomat sangat banyak, baik sebagai bahan baku misalnya untuk pasta atau sari buah, maupun sebagai bahan tambahan pada berbagai macam masakan. Pada umumnya, olahan tomat memerlukan kondisi buah yang segar, sehingga penanganan harus terkontrol untuk menghindari kerusakan. Inovasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerusakan buah dan memperluas aplikasinya adalah dengan pembuatan bubuk buah tomat. Contoh aplikasi bubuk buah tomat adalah untuk campuran kue, es krim, minuman, dan permen.

Proses pembuatan bubuk tomat salah satunya melalui proses pengeringan kabinet. Berdasarkan penelitian Lestari *et al.* (2020), *cabinet dryer* merupakan alat sederhana yang dapat dioptimalkan dalam pembuatan bubuk. Suhu dijaga pada 60-65 °C. Pengeringan ini membutuhkan waktu 5 jam. Suhu minimal 60 °C direkomendasikan mengingat apabila suhu yang diaplikasikan lebih rendah, maka pengeringan akan membutuhkan waktu yang lama.

Sedangkan penggunaan suhu di atas 65 °C akan meningkatkan resiko bubuk buah tomat menjadi lebih cepat hangus, sehingga mempengaruhi kenampakan dan kandungan vitamin ataupun komponen bioaktif di dalamnya. Menurut Gaman dan Sherrington (2002), suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya perubahan fisik maupun kimiawi dari bahan yang dikeringkan, seperti warna, aroma, rasa, dan kandungan penting dalam bahan. Selain itu, bubuk yang dihasilkan pada suhu tinggi, dapat memiliki kelarutan yang lebih rendah sehingga dapat mengendap ketika dilarutkan dengan air.

Salah satu komponen penting pada buah tomat adalah likopen yang termasuk jenis karotenoid. Likopen merupakan komponen karotenoid yang berperan dalam pembentukan warna merah buah tomat dan memiliki kemampuan untuk berperan sebagai antioksidan. Sebagai senyawa karotenoid, likopen rentan mengalami kerusakan akibat proses pemanasan. Pemilihan pengering kabinet dengan suhu rendah dan waktu yang tidak terlalu lama akan membantu menjaga kestabilan likopen. Proses pengeringan ini dapat digabungkan dengan enkapsulasi untuk mempersingkat waktu yang diperlukan untuk pengeringan.

Enkapsulasi dilakukan untuk melindungi komponen dalam suatu bahan dengan melakukan pelapisan atau penyalutan. Metode ini dapat melindungi komponen-komponen penting yang mempengaruhi parameter kualitas dari suatu bahan (Sulisyawati, 2019). Selain melindungi komponen penting, bahan pelapis atau enkapsulan juga dapat mempersingkat waktu pengeringan yang diperlukan. Hal ini karena bahan enkapsulan dapat mengikat air dari

jaringan buah, sehingga ketika proses pengeringan, air dapat diuapkan dengan lebih mudah apabila dibandingkan dengan melepaskan air dari jaringan buah (Wiyono, 2011). Enkapsulan juga dapat mencegah kelengketan bubuk kering dengan alasnya pada alat pengereng (Tazar *et al.*, 2017). Penggunaan enkapsulan juga diketahui dapat mengurangi kerusakan komponen antioksidan dan kemampuan antioksidatifnya (Sulisyawati, 2019).

Bahan enkapsulan yang dapat digunakan untuk pembuatan bubuk buah yaitu Na-CMC dan Maltodekstrin. Na-CMC adalah turunan selulosa yang banyak dipergunakan di industri pangan, yang salah satunya sebagai pelapis (Gharsallaoui *et al.*, 2007). Keberadaan Na-CMC dalam suatu formulasi dapat turut menyerap air dari jaringan bahan dan melemahkan ikatannya sehingga pada proses pengeringan air dapat lebih mudah untuk teruapkan (Winarno, 2004). Penambahan Na-CMC dalam formulas bubuk buah dapat meningkatkan viskositasnya, sehingga luas permukaannya turut meningkat dan menyebabkan laju penguapan dapat menjadi lebih besar (Hogan *et al.*, 2001). Sementara itu, maltodekstrin juga banyak digunakan sebagai enkapsulan dalam pembuatan minuman serbuk, terutama dengan pemanfaatan teknologi *spray drying*. Maltodekstrin sangat efektif dalam melindungi komponen-komponen penting dalam bahan pangan, terutama komponen volatilnya. Enkapsulasi dengan mempergunakan maltodekstrin dapat mempersingkat waktu pengeringan dan menjaga komponen penting bahan dari kerusakan akibat suhu tinggi (Sulisyawati, 2019). Maltodekstrin yang memiliki sifat higroskopis dapat mempersingkat waktu pengeringan buah (Yuliaty dan Susanto, 2014). Sifat higroskopis ini berperan besar dalam penyerapan air dari dalam jaringan buah, kemudian terikat dengan ikatan lemah, sehingga pada saat proses pengeringan kabinet air terikat lemah ini akan dapat terlepas. Penelitian Arifin (2006) menjelaskan bahwa maltodekstrin dapat menyerap air lebih banyak, dan hasil serapannya lebih mudah diuapkan oleh panas dibandingkan dengan air yang terikat

kuat pada jaringan bahan. Penambahan enkapsulan juga membantu terpenuhinya persyaratan SNI 01-4320-1996 dimana maksimal kadar air yang diperbolehkan dalam minuman serbuk adalah 3%. Meskipun beberapa penelitian mengenai pengeringan buah tomat sudah pernah dilakukan, namun penggunaan Na-CMC dan maltodekstrin pada konsentrasi tertentu dan pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia bubuk tomat belum banyak diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh perbedaan jenis enkapsulan yaitu *Sodium Carboxymethyl Cellulose* (Na-CMC) dan maltodekstrin serta pengaruh perbedaan konsentrasi pada setiap jenis enkapsulan terhadap sifat fisikokimia bubuk buah tomat.

## METODE

Pada penelitian ini Na-CMC diaplikasikan pada konsentrasi 2,5%; 5%; 7,5% dan Maltodekstrin pada konsentrasi 6%, 12%, dan 18%. Konsentrasi ini dipilih berdasarkan penelitian pendahuluan dimana ketika konsentrasi lebih kecil dari batasan yang dipilih, maka pengeringan menjadi sangat lama, sedangkan apabila konsentrasi diatas batasan konsentrasi yang dipilih untuk setiap jenis perlakuan, maka bubuk yang dihasilkan akan rentan mengalami gosong dan lengket.

Jalannya penelitian dimulai dengan penelitian dimulai dengan proses pembuatan bubuk tomat sesuai perlakuan dan kemudian dilanjutkan analisis sifat fisikokimianya yaitu kadar air, higroskopisitas, kadar fenol, aktivitas antioksidan, warna (L, a, b), dan pH.

Sementara itu, bahan yang digunakan adalah buah tomat varian ratna matang yang diperoleh dari tradisional di Surabaya. Untuk keseragaman, buah tomat dipilih dengan rentang warna jingga-merah, bentuk menyerupai apel, permukaan halus, dengan berat 70-80 g per buah. Dilakukan uji padatan terlarut dengan range 4,3-4,8% brix, dan uji pH 5,3-5,4. Bahan lain adalah maltodekstrin, Na-CMC, larutan buffer pH 7, akuades, kertas lensa, kertas saring, kertas whatmann no. 40, aluminium foil, metanol, reagen folin

ciocalteau, larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2%, DPPH, NaCl, dan asam galat.

Peralatan yang digunakan untuk proses pembuatan bubuk tomat dan analisisnya adalah *blender* (Philips), *grinder* (Philips), timbangan digital (Harnic), sendok *stainless steel*, plastik mika, loyang, solet, *cabinet dryer*, dan baskom, timbangan kasar (Harnic), pH meter (SI Analytics Lab 885), pipet, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1700 Pharmaspec), tabung reaksi (Iwaki), kuvet (Hellma 10 mm), eksikator, botol timbang (RRC), oven (Binder), gelas beker (Iwaki), sentrifugasi (Hettich Zentrifugen Universal 320 R), saringan, penangas air, mikrokuvet, vortex, krus, timbangan analitis (Ohaus), *color reader* (Minolta).

#### **Pembuatan Bubuk Tomat (Iswari, 2015)**

Proses pembuatan bubuk tomat mengacu pada penelitian Iswari (2015) dengan modifikasi. Buah tomat segar dilakukan pencucian dan pembelahan menjadi 2 bagian. Proses selanjutnya adalah *blanching* uap selama 10 menit pada suhu 100 °C yang kemudian dilanjutkan dengan pengupasan. Buah tomat yang telah dikupas dilakukan penghancuran dengan *blender* selama 2 menit dan dihasilkan pasta buah tomat. Pasta buah tomat tersebut kemudian ditimbang seberat 50 g dan dicampur dengan bahan enkapsulan yaitu Na-CMC diaplikasikan pada konsentrasi 2,5%; 5%; 7,5% dan Maltodekstrin pada konsentrasi 6%, 12%, dan 18%. Bubur tomat yang telah dicampur dengan bahan enkapsulan kemudian dihamparkan pada plastik mika dengan ukuran 34x23 cm yang kemudian diletakan pada loyang *cabinet dryer*, dan dikeringkan dengan suhu 60-65 °C selama 5 jam sehingga dihasilkan lembaran tomat kering. Tomat yang sudah kering ditepungkan dengan *grinder* selama 30 detik kemudian diayak dengan ayakan 40 mesh. Bubuk tomat yang telah jadi dikemas dalam botol plastik dan dimasukkan ke dalam *pouch bag* aluminium foil yang terdapat silika gel.

#### **Ekstraksi Bubuk Tomat (Astadi et al., 2009)**

Proses ekstraksi bubuk tomat mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Astadi et al. (2009) dengan modifikasi

pada pelarut yang dipergunakan. Proses ekstraksi bubuk tomat antara lain, memasukkan 2 g sampel kemudian ditambahkan 20 ml metanol dan dikocok *skaker* selama 1 jam pada 125 rpm. Ekstrak yang telah dikocok disentrifugasi selama 10 menit pada 6000 rpm. Sampel yang telah disentrifugasi disaring dengan kertas Whatman No. 40. Pengulangan proses ekstraksi hingga tiga kali dan disimpan dalam botol coklat.

#### **Analisa Kadar Air (AOAC, 2005)**

Botol timbang dan tutupnya dioven (105 °C, 30 menit) sampai berat konstan. Penimbangan 1 g bubuk tomat, pemasukan dalam botol konstan dan pengeringan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam. Sampel yang telah dikeringkan kemudian didinginkan selama 10 menit di dalam eksikator dan ditimbang. Kemudian dilakukan pemanasan 30 menit dan diulang sampai berat konstan. Pengukuran kadar air dalam bahan menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Kadar Air} = \frac{(A1-A2)}{(A1-A0)} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- A0 = berat botol timbang dan tutup kosong (g)
- A1 = berat botol timbang berisi sampel sebelum pengeringan
- A2 = berat botol timbang berisi sampel setelah pengeringan (g)

#### **Analisa Tingkat Higroskopis (Ng dan Sulaiman, 2017)**

Sebanyak 1 g sampel bubuk tomat dimasukan ke dalam botol timbang dan ditempatkan ke dalam eksikator yang berisi larutan NaCl jenuh (RH 75%). Sampel disimpan selama 1 minggu dengan suhu 28-32 °C. Lama waktu satu minggu cukup untuk mengukur tingkat higroskopisitas sampel karena ruangan yang terkendali. Sampel yang telah disimpan selama 1 minggu kemudian dilakukan penimbangan yang dinyatakan dalam gram kadar air yang diserap per 100 g padatan kering. Perhitungan higroskopisitas sesuai Persamaan 2.

$$\text{Higroskopisitas} = \frac{A1-A0}{A0} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

A0 = berat sampel awal (g)  
A1 = berat sampel setelah 1 minggu (g)

#### Analisa Total Fenol (Astadi *et al.*, 2009)

Pengujian total fenol mengacu pada penelitian Astadi *et al.* (2009) dengan modifikasi. Tahapan analisa total fenol antara lain, pencampuran 0,1 ekstrak dengan 0,5 ml reagen folin ciocalteu pada tabung reaksi kemudian didiamkan selama 8 menit. Setelah 8 menit dilakukan penambahan 4,5 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% dan kembali didiamkan pada ruangan gelap dan suhu kamar selama 30 menit. Setelah 30 menit dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer IV-Vis pada panjang gelombang 760 nm. Hasil yang dinyatakan dalam 5 ekuivalen asam galat/100 g sampel.

#### Analisa Aktivitas Antioksidan (Hanani *et al.*, 2018)

Penimbangan secara analitis 0,0049 g 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) dan dilarutkan dengan methanol sampai volume 25 ml sehingga diperoleh larutan DPPH 0,5 mM. Pengujian dilakukan dengan memasukkan 0,25 ml ekstrak dan 0,5 ml larutan DPPH dalam tabung reaksi dan ditambahkan dan 4 ml metanol dan divortex. Setelah pencampuran dilakukan pendiaman pada tempat gelap dengan suhu 28 °C selama 1 jam. Setelah 1 jam, absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm dan pembuatan kurva hubungan antara waktu dan absorbansi 517 nm. Perhitungan aktivitas antioksidan menggunakan rumus *radical scavenging activity* (RSA) yang ditunjukkan pada Persamaan (3).

$$RSA (\%) = \frac{(Abs\ DPPH - Abs\ sample\ extract) \times 100}{Abs\ DPPH} \dots\dots\dots (3)$$

#### Analisa Warna (MacDougall, 2002)

Penyiapan sampel bubuk tomat pada cawan kemudian penempelan sensor pada alat *color reader* pada permukaan cawan. Penekanan tombol *power on* pada *color reader* sehingga didapatkan hasil pembacaan warna.

#### Analisa pH (Karangan *et al.*, 2019)

Pengkalibrasian pH meter dengan larutan buffer standar ph 7 kemudian pembersihan elektorda dengan akuades dan dikeringkan. Sampel bubuk tomat dilarutkan dengan akuades pada perbandingan sampel:air adalah 1:40. Setelah dilarutkan sampel dimasukkan ke dalam gelas beker dan elektroda pada pH meter dumasukkan ke dalam gelas beker yang berisi sampel. Pembacaan nilai pH pada pH meter dan pengkalibrasian kembali pH meter dengan larutan buffer standar.

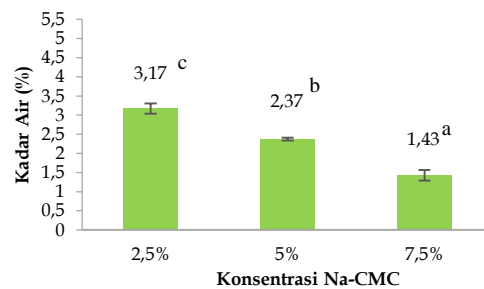
#### Analisa Statistik

Untuk analisis statistik, dilakukan uji ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  dan uji lanjutan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan perangkat lunak SPSS versi 18.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kadar Air

Hasil pengujian kadar air bubuk tomat dengan enkapsulan Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Kadar Air Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Na-CMC

Kadar air bubuk buah tomat dengan penambahan Na-CMC berkisar antara 1,43-3,17%. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha=5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi Na-CMC berpengaruh nyata terhadap kadar air bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha=5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada taraf konsentrasi Na-CMC.

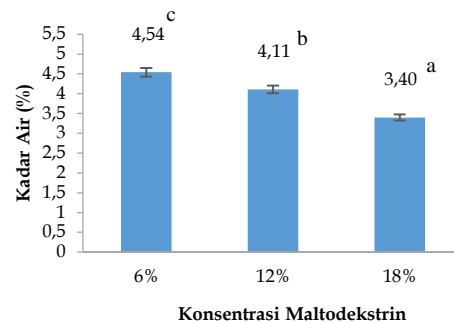
Penurunan kadar air ini dapat disebabkan oleh adanya gugus hidroksil (-OH) pada Na-CMC dalam jumlah yang besar

sehingga dapat berikatan hidrogen dengan air. Fennema (1996) menyebutkan bahwa gugus hidroksil dapat berikatan melalui ikatan hidrogen dengan air membentuk struktur tiga dimensi *double helix*. Penambahan Na-CMC dapat meningkatkan kompleksitas ikatan hidrogen yang dapat meningkatkan kerapatan struktur dan mempengaruhi luas permukaan pemanasan molekul air sehingga proses penguapan air semakin tinggi (William, 2020). Na-CMC merupakan polimer yang memiliki sifat mengikat air sehingga mudah membentuk struktur hidrogel (Bulut dan Sanli, 2016). Selama proses pengeringan dengan *cabinet dryer* Na-CMC mampu menahan air maksimal pada suhu 70 °C namun pengikatan air oleh Na-CMC termasuk dalam golongan air terikat lemah sehingga mudah diuapkan selama proses pengeringan sehingga konsentrasi Na-CMC yang makin tinggi akan mengakibatkan semakin banyak gugus hidroksil dan matriks yang terbentuk yang mampu mengikat air dan teruapkan selama proses pemanasan sehingga semakin rendah kadar air bubuk buah tomat (Irena, 2019). Gonzales *et al.* (2018) melaporkan pada produk anggur kering, penelitian Hossain *et al.* (2021) pada produk tomat bubuk dan penelitian Rahimi *et al.* (2013) pada produk apel lembaran yang menyebutkan bahwa penambahan Na-CMC dapat menurunkan kadar air produk.

Penurunan kadar air bubuk tomat juga terjadi pada penambahan maltodekstrin. Berdasarkan hasil penelitian, kadar air bubuk buah tomat dengan penambahan maltodekstrin memiliki kadar air berkisar 3,40-4,54%. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin berpengaruh nyata terhadap kadar air bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada taraf konsentrasi maltodekstrin. Hasil pengujian kadar air bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan data pada Gambar 2. terlihat bahwa konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air bubuk buah tomat. Semakin

tinggi konsentrasi maltodekstrin maka semakin rendah kadar air bubuk buah tomat.



Gambar 2. Histogram Kadar Air Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin

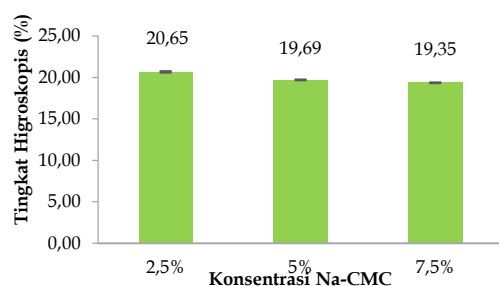
Penambahan maltodekstrin menyebabkan penurunan kadar air bubuk buah tomat karena sifat maltodekstrin yang mampu menyerap air (Afandy dan Widjanarko, 2018). Kemampuan maltodekstrin dalam mengikat air bebas pada produk pangan dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik. Barbisa (1999) menyatakan bahwa maltodekstrin mengikat air dengan ikatan hydrogen. Proses penguapan akan mengakibatkan terbentuknya kristal, oleh karena itu penambahan maltodekstrin yang semakin banyak menyebabkan semakin cepat pengkristalan dan penguapan air sehingga kadar air bahan menjadi semakin rendah.

Penambahan maltodekstrin selain dapat mempercepat proses pengeringan juga dapat mempermudah penguapan air selama proses pengeringan. Menurut Arifin (2006) air yang diserap oleh maltodekstrin lebih mudah menguap dari pada air pada jaringan bahan pangan. Menurut Meriatna (2013), nilai DE maltodekstrin memiliki rentang 3-20. Pada penelitian ini digunakan maltodekstrin yang memiliki nilai DE sebesar 13,8, semakin tinggi nilai DE menunjukkan semakin banyak pati yang terkonversi menjadi dekstrosa sehingga semakin tinggi kadar gula pereduksi. Sebastian (2020) menyebutkan bahwa semakin banyak gula pereduksi akan meningkatkan kemampuan maltodekstrin dalam mengikat air bebas pada produk

pangan karena gula pereduksi memiliki gugus hidroksil bebas sehingga semakin banyak penambahan maltodekstrin menyebabkan kadar air semakin rendah. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Tze *et al.* (2012) pada produk *pitaya fruit powder*, penelitian Jittanit *et al.* (2010) pada produk *pineapple juice* dan penelitian Goula dan Adamopoulos (2014) pada produk *tomato pulp* yang menyatakan bahwa penambahan maltodekstrin dapat menurunkan kadar air produk yang disebabkan oleh tingginya nilai DE maltodekstrin yang dapat mempercepat proses pengeringan sehingga produk memiliki kadar air yang rendah.

### Tingkat Higroskopis

Berdasarkan hasil penelitian, tingkat higroskopis bubuk buah tomat dengan penambahan Na-CMC berkisar antara 19,35-20,65%. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi Na-CMC berpengaruh nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan terhadap tingkat higroskopis bubuk buah tomat. Hasil pengujian tingkat higroskopis bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 3.



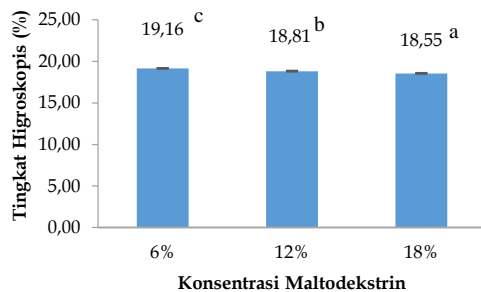
Gambar 3. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Na-CMC

Produk pangan bubuk memiliki struktur amorf. Molekul dalam keadaan amorf memiliki struktur yang tidak teratur, lebih renggang dan porus. Bahan pangan yang memiliki struktur amorf dapat

menyerap air dari lingkungan sekitar dengan mudah (Bhandari *et al.*, 2013). Secara umum buah-buahan memiliki nilai *glass transition temperature* (Tg) yang rendah, pada produk bubuk tomat memiliki nilai Tg 61,35 °C (Smith dan Hui, 2004). *Glass transition temperature* (Tg) adalah suhu padatan amorf yang keras akan berubah menjadi lunak, kenyal karena peningkatan mobilitas (Jaya dan Das, 2008). Nilai Tg yang rendah menyebabkan polimer amorf berada di fase *rubbery state* sehingga menyebabkan bahan memiliki higroskopis yang tinggi (Smith dan Hui, 2004). Berdasarkan data pada Gambar 3, terlihat bahwa terjadi penurunan tingkat higroskopis seiring dengan penambahan konsentrasi Na-CMC. Penurunan tingkat higroskopis disebabkan oleh adanya perbedaan nilai Tg antara buah tomat dengan Na-CMC. Bubuk buah tomat memiliki nilai Tg sebesar 61,35 °C (Smith dan Hui, 2004), sedangkan Na-CMC memiliki nilai Tg sebesar 168 °C (Irfan *et al.*, 2016). Nilai Tg pada Na-CMC yang lebih tinggi dari buah tomat menyebabkan peningkatan nilai Tg sehingga semakin banyak penambahan Na-CMC menyebabkan nilai Tg produk bubuk buah tomat semakin tinggi. Nilai Tg yang tinggi menyebabkan struktur polimer amorf berubah fase dari *rubbery state* menjadi *glassy state*. Pada fase *glassy state* polimer amorf memiliki sifat fisik yang menyerupai polimer *crystallin* yaitu mampu meningkatkan ikatan antara bahan dengan enkapsulan, sehingga penambahan Na-CMC yang semakin banyak membuat ikatan antara bahan dan enkapsulan semakin kuat sehingga dapat menurunkan daya penyerapan air sehingga nilai higroskopis menurun (Balani *et al.*, 2015). Hasil ini juga didukung oleh penelitian Putri *et al.* (2017) pada produk *edible film* dan penelitian Ma *et al.* (2008) pada produk *thermoplastic* yang menyebutkan bahwa penambahan Na-CMC dapat menurunkan higroskopisitas karena adanya perbedaan nilai Tg antara produk dengan bahan enkapsulan sehingga produk mengalami peningkatan nilai Tg sehingga menyebabkan perubahan struktur dari fase *rubbery* ke fase *glassy*.



Penurunan tingkat higroskopis bubuk tomat juga terjadi pada penambahan maltodekstrin. Berdasarkan hasil penelitian, tingkat higroskopis bubuk buah tomat dengan penambahan maltodekstrin berkisar antara 18,55-19,16%. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin berpengaruh nyata terhadap tingkat higroskopis bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan terhadap tingkat higroskopis bubuk buah tomat. Hasil pengujian tingkat higroskopis bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 4.



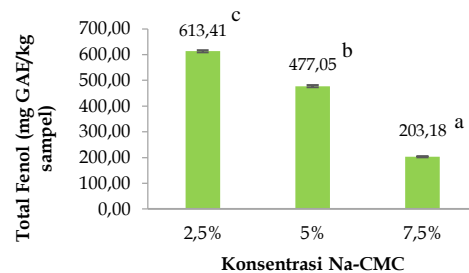
Gambar 4. Histogram Tingkat Higroskopis Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin

Pada Gambar 4 terlihat bahwa terjadi penurunan tingkat higroskopis seiring dengan penambahan konsentrasi maltodekstrin. Penurunan higroskopis ini dapat disebabkan oleh kemampuan maltodekstrin menaikkan nilai *glass transition temperature* (Tg). Menurut Indah *et al.* (2019) maltodekstrin memiliki nilai Tg sebesar 149 °C. Tingginya nilai Tg maltodekstrin secara tidak langsung menyebabkan Tg buah tomat mengalami peningkatan sehingga membuat struktur polimer bubuk tomat berubah dari *rubbery state* menjadi *glassy state*. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Smith dan Hui (2004) bahwa ketika suhu berada di bawah nilai Tg menyebabkan struktur amorf berada di fase *glassy state*. Pada fase *glassy state* polimer amorf akan memiliki sifat fisik yang menyerupai *crystallin* yaitu meningkatkan ikatan antara bahan dengan enkapsulan sehingga menghasilkan struktur yang lebih rapat sehingga menyebabkan

tingkat higroskopis mengalami penurunan (Balani *et al.*, 2015). Hasil ini sejalan dengan penelitian Goula dan Adamopoulos. (2014) pada produk bulir tomat, Canuto *et al.* (2014) pada produk bubuk buah papaya dan Valenzuela dan Aguilera (2015) pada produk *apple leathers* yang menyebutkan bahwa penambahan maltodekstrin mampu menurunkan tingkat higroskopis karena tingginya nilai Tg dari maltodekstrin sehingga menyebabkan produk mengalami peningkatan nilai Tg yang berakibat pada terjadinya perubahan fase dari *rubbery state* menjadi *glassy state* sehingga kemampuan penyerapan air menurun dan higroskopisitas menurun.

### Total Fenol

Berdasarkan hasil penelitian, total fenol bubuk buah tomat berkisar dengan penambahan Na-CMC berkisar antara 203,18-613,41 mg GAE/kg bahan. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi Na-CMC berpengaruh nyata terhadap kadar total fenol bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada konsentrasi Na-CMC yang digunakan terhadap total fenol bubuk buah tomat. Hasil pengujian total fenol bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram Total Fenol Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Na-CMC

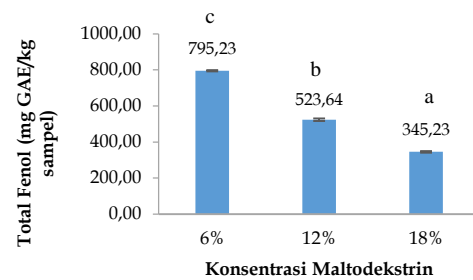
Gambar 5. menunjukkan penurunan total fenol seiring dengan peningkatan konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan. Penurunan kadar total fenol dapat disebabkan adanya bahan enkapsulasi yang akan membentuk suatu lapisan pada komponen bioaktif. Lapisan enkapsulan menghambat pelepasan komponen aktif



pada saat ekstraksi sehingga senyawa yang memiliki gugus OH lebih sedikit terekstrak dan tidak mampu mereduksi fosfomolibdat dan fosfotungstat dalam pereaksi *follin cioalteu* (Safithri *et al.*, 2020). Penurunan kadar total fenol juga dapat disebabkan oleh kemampuan Na-CMC dalam meningkatkan viskositas produk (Hogan *et al.*, 2001). Safithri *et al.* (2020) menyebutkan bahwa semakin tinggi viskositas maka lapisan dinding dari enkapsulan yang terbentuk akan semakin baik sehingga dapat menghalangi senyawa aktiosidan dalam bereaksi dengan reagen pengujian total fenol yang menyebabkan kadar total fenol yang terbaca menjadi sedikit. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kraithong dan Rawdkuen (2020) pada produk *red jasmine rice noodle* dan penelitian Panahirad *et al.* (2020) pada produk buah plum yang menyebutkan bahwa penambahan Na-CMC dapat menurunkan total fenol produk karena adanya ikatan antara Na-CMC dengan senyawa fenolik pada bahan dapat menyebabkan penurunan total fenolik (Saber *et al.*, 2017).

Penambahan konsentrasi maltodekstrin yang berbeda juga memberikan dampak terhadap penurunan kadar total fenol bubuk tomat. Berdasarkan hasil penelitian, total fenol bubuk buah tomat berkisar dengan penambahan maltodekstrin berkisar antara 345,23-795,23 mg GAE/kg bahan. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin berpengaruh nyata terhadap kadar total fenol bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada konsentrasi maltodekstrin yang digunakan terhadap total fenol bubuk buah tomat. Hasil pengujian total fenol bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada Gambar 6. terlihat bahwa penambahan maltodekstrin pada bubuk buah tomat dapat menurunkan kadar total fenol. Penurunan nilai total fenol dapat disebabkan oleh adanya kemampuan dari maltodekstrin dalam membentuk struktur tiga dimensi.



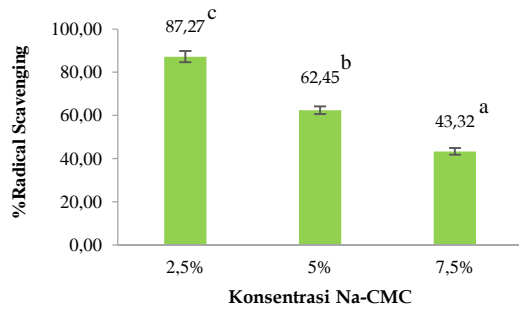
Gambar 6. Histogram Total Fenol Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin

Djaafar *et al.* (2017) menjelaskan bahwa ketika maltodekstrin diberi perlakuan panas dapat membentuk gel yang kemudian akan membentuk jaringan tiga dimensi. Terbentuknya struktur tiga dimensi dapat melapisi partikel dari bubuk buah tomat. Lapisan yang terbentuk menyebabkan pelepasan komponen bioaktif pada proses ekstraksi menjadi terhambat sehingga memberikan hasil pembacaan total fenol yang rendah (Safithri *et al.*, 2020). Chong dan Wong (2017) memaparkan pada produk sapedilla bubuk, penelitian Mishra *et al.* (2014) pada produk jus amla bubuk dan penelitian Hamid *et al.* (2020) pada produk *wild pomegranate* yang menyatakan bahwa penambahan maltodekstrin dapat menurunkan kadar total fenol produk karena penambahan maltodekstrin yang semakin banyak dapat memperkuat struktur lapisan yang terbentuk sehingga dapat mengurangi konsentrasi komponen aktif pada produk yang terenkapsulasi. Hasil berbeda terjadi pada penelitian Do dan Nguyen (2018) dan Mehran *et al.* (2020) yang menjelaskan terjadi peningkatan total fenol seiring dengan bertambahnya konsentrasi enkapsulan yang ditambahkan. Hal ini dapat disebabkan perbedaan metode ekstraksi yang digunakan. Do dan Nguyen (2018) dan Mehran *et al.* (2020) menambahkan asam pada proses ekstraksi yang fungsinya untuk menyesuaikan dengan kondisi di dalam pencernaan. Penambahan asam berkaitan dengan *control release* produk yang dihasilkan. Mehran *et al.* (2020) mengemukakan bahwa penambahan asam dapat merusak dinding enkapsulan sehingga komponen bioaktif fenol pada

produk yang terlindungi dapat keluar dan terukur tinggi.

**Aktivitas Antioksidan**

Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas bubuk buah tomat dengan penambahan Na-CMC berkisar antara 43,32-87,27 %RSA. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi Na-CMC berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada konsentrasi Na-CMC terhadap aktivitas antioksidan bubuk buah tomat. Hasil pengujian aktivitas antioksidan bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Na-CMC

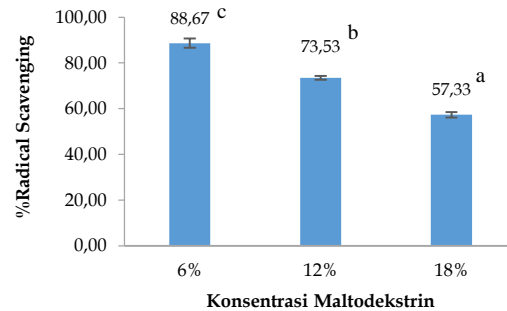
Berdasarkan Gambar 7. terlihat bahwa terjadi penurunan aktivitas antioksidan pada bubuk buah tomat seiring dengan bertambahnya konsentrasi Na-CMC yang digunakan. Aktivitas antioksidan memiliki korelasi yang kuat dengan hasil total fenol. Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan pengujian korelasi antara total fenol dan aktivitas antioksidan, didapati nilai  $R^2=0,9574$  (Tabel 1). Korelasi ini disebabkan oleh semakin tinggi kadar total fenol produk maka semakin banyak atom hidrogen yang dapat berikatan dengan radikal bebas DPPH (Vaquero *et al.*, 2010). Rendahnya aktivitas antioksidan juga disebabkan oleh adanya lapisan yang terbentuk antara bahan penyalut dengan komponen bioaktif sehingga atom hidrogen dari antioksidan tidak dapat berikatan dengan radikal bebas (Safithri *et al.*, 2020). Hasil pengujian ini sejalan dengan penelitian

Kraithong dan Rawdkuen (2020) pada produk *extruded red jasmine rice noodle* yang menyatakan bahwa penambahan Na-CMC dapat menurunkan aktivitas antioksidan produk.

Tabel 1. Korelasi antara total fenol dan aktivitas antioksidan bubuk tomat

	DPPH	Fenol
DPPH	1	
Fenol	0,957396	1

Penambahan maltodekstrin dengan konsentrasi yang berbeda juga memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan. Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas bubuk buah tomat dengan penambahan maltodekstrin berkisar antara 57,33-88,67 %RSA. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada konsentrasi maltodekstrin terhadap aktivitas antioksidan bubuk buah tomat. Hasil pengujian aktivitas antioksidan bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi maltodekstrin dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram Aktivitas Antioksidan Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin

Berdasarkan data pada Gambar 8. terlihat bahwa konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh nyata terhadap aktiviat antioksidan. Aktivitas antioksidan mengalami penurunan seiring dengan pertambahan konsentrasi maltodekstrin yang digunakan. Penyebab yang sama juga terjadi pada penambahan maltodekstrin

dimana aktivitas antioksidan memiliki korelasi positif terhadap total fenol.

Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan pengujian korelasi antara total fenol dan aktivitas antioksidan, didapati nilai  $R^2=0,9574$  (Tabel 1). Korelasi ini disebabkan oleh semakin tinggi kadar total fenol maka semakin banyak atom hidrogen yang dapat berikatan dengan radikal bebas DPPH (Vaquero *et al.*, 2010). Rendahnya aktivitas antioksidan juga dapat disebabkan oleh adanya lapisan yang terbentuk antara bahan penyalut dengan komponen bioaktif sehingga atom hidrogen pada antioksidan tidak dapat berikatan dengan radikal bebas (Safithri *et al.*, 2020). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Mishra *et al.* (2014) pada produk jus bubuk buah amla dan penelitian Kraithong dan Rawdkuen (2020) pada produk *extruded red jasmine rice noodle* yang menyatakan bahwa penambahan maltodekstrin dapat menurunkan aktivitas antioksidan produk.

#### Warna

Hasil pengujian warna bubuk buah tomat dapat dilihat pada Tabel 2 Berdasarkan hasil penelitian, nilai L bubuk buah tomat dengan penambahan Na-CMC berkisar antara 48,1-55,6, sedangkan pada penambahan maltodekstrin berkisar antara

52,1-58,6. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan konsentrasi Na-CMC dan maltodekstrin tidak berpengaruh nyata terhadap nilai L bubuk buah tomat. Terlihat bahwa penambahan konsentrasi Na-CMC dan maltodekstrin yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan bubuk tomat.

Nilai  $a^*$  merupakan nilai yang mendeskripsikan warna hijau-merah, sedangkan nilai  $b^*$  merupakan nilai yang mendeskripsikan warna biru-kuning (Sinaga, 2019). Berdasarkan hasil penelitian, nilai  $a^*$  bubuk buah tomat berkisar antara 17,3-30,8 sedangkan nilai  $b^*$  berkisar antara 14,4-33,9. Hasil pengujian ANOVA pada  $\alpha=5\%$  menunjukkan konsentrasi Na-CMC tidak berpengaruh nyata terhadap nilai  $a^*$  tetapi berpengaruh nyata terhadap nilai  $b^*$ , sedangkan penambahan maltodekstrin berpengaruh nyata terhadap nilai  $a^*$  dan  $b^*$  bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada konsentrasi Na-CMC terhadap nilai  $b^*$  dan maltodekstrin terhadap nilai  $a^*$  dan  $b^*$  bubuk buah tomat. Hasil tidak berbeda nyata ini dapat disebabkan oleh perbedaan konsentrasi Na-CMC yang terlalu kecil sehingga tidak memberikan hasil yang berbeda nyata.

Tabel 2. Hasil pengujian warna bubuk buah tomat

Perlakuan	L	$a^*$	$b^*$	C	$^{\circ}$ Hue	Warna
Na-CMC 2,5%	48,1a ±4,11	17,3a ±1,79	14,4a ±1,23	22,5a ±2,13	39,9a ±1,40	
Na-CMC 5%	50,8a ±1,05	19,3a ±0,46	16,4b ±0,32	25,3b ±0,45	40,4a ±0,67	
Na-CMC 7,5%	55,7a ±5,53	19,5a ±1,16	16,8c ±0,17	25,8c ±0,93	40,7a ±1,59	
Maltodekstrin 6%	52,1a ±1,73	21,5a ±1,31	18,9a ±1,86	28,7a ±2,20	41,3a ±1,12	
Maltodekstrin 12%	56,6a ±2,75	27,5b ±0,31	30,4b ±1,21	41,0b ±0,91	47,9b ±1,23	
Maltodekstrin 18%	58,6a ±5,06	30,8c ±0,67	33,9c ±0,30	45,8c ±0,36	47,8b ±0,79	

\*Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata pada  $\alpha = 5\%$

Berdasarkan data pada Tabel 2. terlihat bahwa penambahan Na-CMC dapat meningkatkan nilai  $b^*$  bubuk buah tomat. Peningkatan nilai  $b^*$  dapat disebabkan oleh kemampuan Na-CMC dalam membentuk

lapisan. Lapisan yang terbentuk dapat mempertahankan pigmen likopen selama pemanasan sehingga tidak mengalami degradasi pigmen. Aschida *et al.* (2014) menyebutkan bahwa pemanasan hingga

suhu 60 °C dapat menyebabkan likopen terdegradasi melalui proses isomerisasi. Penambahan konsentrasi Na-CMC yang semakin banyak menyebabkan struktur lapisan yang terbentuk semakin kokoh sehingga kemampuan mencegah degradasi pigmen menjadi semakin baik. Hal yang serupa juga terjadi pada penambahan maltodekstrin. Maltodekstrin memiliki kemampuan dalam melindungi komponen warna pada bubuk tomat. Visita dan Putri (2014) mengemukakan bahwa maltodekstrin adalah bahan penyalut yang memiliki daya ikat yang kuat dengan komponen yang tersalut. Dinding enkapsulat dari maltodekstrin dapat berfungsi melindungi komponen yang sensitif salah satunya adalah pigmen warna pada buah tomat (Kumalaningsih *et al.*, 2012; Sarabandi *et al.*, 2019; Sturn *et al.*, 2019; Mazumder dan Ranganathan, 2020).

Konsentrasi maltodekstrin yang semakin tinggi menyebabkan semakin terlindunginya pigmen warna buah tomat selama proses pengeringan sehingga menyebabkan peningkatan nilai  $a^*$  dan  $b^*$ . Nilai *chroma* (C) merupakan ukuran untuk menentukan tingkat intensitas warna (Wahyudi, 2009). Nilai C yang semakin tinggi menandakan intensitas warna yang semakin kuat, sedangkan nilai C yang rendah menandakan warna yang semakin kusam (Nugroho, 2015). Berdasarkan data pada Tabel 2. terlihat bahwa Na-CMC dan maltodekstrin mampu meningkatkan nilai C bubuk buah tomat. Nilai C bubuk buah tomat berkisar antara 22,5-45,8. Peningkatan nilai C menunjukkan semakin tinggi konsentrasi Na-CMC dan maltodekstrin yang digunakan maka intensitas warna bubuk buah tomat semakin kuat. Nilai  $^{\circ}hue$  menunjukkan derajat warna yang memiliki *range* 0-360°.

Pengelompokan warna berdasarkan  $^{\circ}hue$  dapat dilihat pada Tabel 3. berdasarkan hasil penelitian, bubuk buah tomat memiliki nilai  $^{\circ}hue$  berkisar antara 39,9-47,8° sehingga bubuk buah tomat masuk dalam kategori *red-orange*. Bubur buah tomat juga masuk dalam kategori warna *red* karena memiliki nilai  $^{\circ}hue$  sebesar 35,6°. Berdasarkan hasil ini terlihat bahwa penambahan enkapsulan

dapat melindungi pigmen alami (likopen) dari buah tomat selama proses pengeringan.

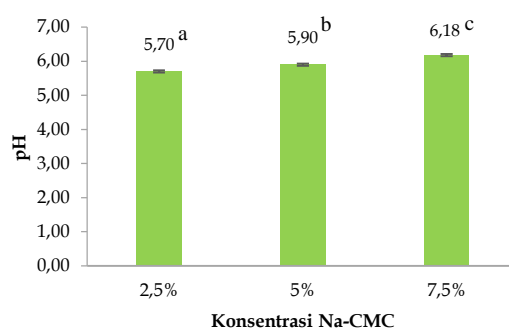
Tabel 3. Parameter warna berdasarkan  $^{\circ}hue$

$^{\circ}hue$ range	Warna
346-40°	Red
40-72°	Orange
72-105°	Yellow
105-130°	Yellow-Green
130-166°	Green
166-220°	Green-Blue
220-275°	Blue
275-346°	Purple
any	Achromatic

Sumber: Jonauskaite *et al.* (2016)

### pH

Berdasarkan hasil penelitian, bubuk buah tomat dengan penambahan Na-CMC memiliki rentang pH 5,70-6,18. Perbedaan nilai pH ini disebabkan oleh adanya perbedaan pH antara Na-CMC yang lebih tinggi dari pH tomat sehingga dihasilkan bubuk buah tomat dengan pH yang berbeda. Hasil ANOVA pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan konsentrasi Na-CMC berpengaruh nyata terhadap pH bubuk buah tomat. Pengujian lanjut dengan DMRT pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata konsentrasi Na-CMC yang digunakan. Hasil pengujian pH bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 9.

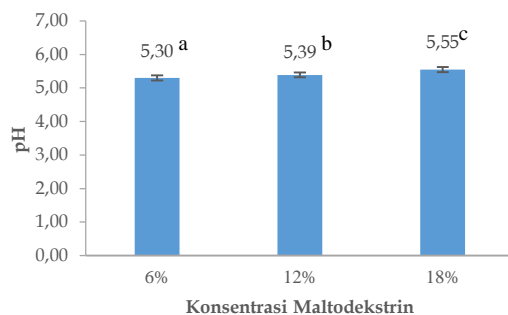


Gambar 9. Histogram pH Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Na-CMC

Pada Gambar 9. terlihat bahwa nilai pH bubuk buah tomat mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi Na-CMC yang ditambahkan. Peningkatan nilai pH ini dapat disebabkan adanya perbedaan nilai pH antara produk

dengan enkapsulan yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan Na-CMC dengan pH 6,53, sedangkan buah tomat yang digunakan memiliki pH 5,41-5,48. Rendahnya nilai pH buah tomat ini menyebabkan terjadi kenaikan pH bubuk tomat karena ditambahkan dengan bahan yang memiliki nilai pH lebih tinggi sehingga semakin banyak penambahan Na-CMC semakin tinggi kenaikan pH bubuk tomat. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ashraf *et al.* (2020) dan Rahmaningtyas *et al.* (2016) yang menyebutkan bahwa terjadi peningkatan nilai pH seiring dengan bertambahnya konsentrasi Na-CMC karena Na-CMC memiliki gugus karboksilat yang dapat terhidrolisis sehingga dapat menaikkan pH produk.

Pengaruh pH juga terjadi pada penambahan maltodekstrin. Hasil pengujian pH bubuk buah tomat pada perbedaan konsentrasi Na-CMC dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Histogram pH Bubuk Tomat Pada Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin

Pada Gambar 10 terlihat bahwa pH bubuk buah tomat mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi maltodekstrin. Kenaikan pH bubuk buah tomat dapat disebabkan adanya perbedaan nilai pH antara buah tomat dengan maltodekstrin yang digunakan. Buah tomat yang digunakan pada penelitian ini memiliki pH dengan kisaran 5,41-5,48, sedangkan maltodekstrin yang digunakan memiliki pH 6,49. Adanya perbedaan nilai pH ini menyebabkan semakin banyaknya maltodekstrin yang ditambahkan dengan nilai pH yang lebih tinggi dari buah tomat menyebabkan terjadinya kenaikan pH.

Peningkatan nilai pH juga dapat disebabkan maltodekstrin yang merupakan golongan oligosakarida. Menurut Nugraheni dan Tari (2014) maltodekstrin yang merupakan oligosakarida dengan gugus hidroksil akan mampu menetralkan keasaman bahan sehingga berperan untuk menurunkan keasaman minuman instan. Hasil penelitian ini sejalan dengan Ekpong *et al.* (2016) pada produk bubuk tamarin, penelitian Canuto *et al.* (2014) pada produk *papaya pulp powder* dan penelitian Jittanit *et al.* (2010) pada produk jus nanas dimana pH produk semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi maltodekstrin karena nilai pH maltodekstrin yang lebih tinggi dari nilai pH produk.

## SIMPULAN

Peningkatan konsentrasi Na-CMC (2,5%; 5%; 7,5%) dan maltodekstrin (6%, 12%, 18%) memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar air, tingkat higroskopis, total fenol dan aktivitas antioksidan serta meningkatkan warna bubuk tomat dari nilai *a\**, *b\**, *C* dan *hue* serta pH dari bubuk tomat yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandy, M, K, -A., Widjanarko, S, -B., 2018. Optimasi penambahan kadar maltodekstrin pada pembuatan brem padat *flavour* jeruk. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 6(2), 23-32. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.06.02.3>
- Andriyani, E, -S., Nurwantoro., Hintono, -A., 2018. Perubahan fisik tomat selama penyimpanan pada suhu ruang akibat pelapisan dengan agar-agar. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2(2), 176-182. <https://doi.org/10.14710/jtp.v2i2.20958>
- AOAC. 2005. Method of Analysis. Assosiation of Official Analytical Chemistry. AOAC International, Washington
- Arifin, Z. 2006. Kajian Proses Pembuatan Serbuk Kulit Jeruk Lemon (*Citrus*



- medica var Lemon*) Sebagai Flavor Teh Celup. Skripsi. IPB. Bogor
- Aschida, C, -J., Adhitiyawarman., Destiarti, -L., 2014. Enkapsulasi dan uji stabilitas pigmen karotenoid dari buah tomat yang tersalut carboxy methyl cellulose (CMC). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 3(2), 44-49. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmpa/article/view/8797>
- Ashraf, -A., Ayoub, -A., Dixit, -A., 2020. Effect of hydrocolloid carboxymethyl cellulose (CMC) on clarification of bottle gourd juice and its physicochemical properties. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 12(11), 67-75. <https://doi.org/10.9734/EJNFS/2020/v12i1130323>
- Astadi, I, -R., Astuti, -M., Nugraheni, P, -S., 2009. In vitro antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). *Food Chemistry*. 112, 659-663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.034>
- Azeez, -L., Adebisi, S, -A., Oyedeji, A, -O., Adetoro, R, -O., Tijani, K, -O., 2019. Bioactive compounds' contents, drying kinetics and mathematical modelling of tomato slices influenced by drying temperatures and time. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 18(2), 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.03.002>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2020. *Statistik Hortikultura 2019*. Dilihat 16 Mei 2021. <<https://www.bps.go.id/publication/2020/08/28/5eb79ca777ce4ba7a2908a4d/statistik-hortikultura-2019.html>>
- Balani, K, Verma, V, Agarwal, A, Narayan, R. 2015. *Biosurface: A Material Science and Engineering Perspective*. John Wiley & Sons Inc, United States
- Barbisa, C. 1999. *Food Processing: Biological Aspects*. Marcel Dekker, New York
- Bhandari, B, Bansa, N, Zhang, M, Schuck, P. 2013. *Handbook of Food Powders Processes and Properties*. Woodhead Publishing, New Delhi
- Bulut, -E., Sanli, -O., 2014. Novel ionically crosslinked acrylamide-grafted poly(vinyl alcohol)/ sodium alginate/sodium carboxymethyl cellulose Ph-sensitive microspheres for delivery of alzheimer's drug donepezil hydrochloride: preparation and optimization of release conditions. *Journal of Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*. 44(2), 431-442. <https://doi.org/10.3109/21691401.2014.962741>
- Canuto, H, M, -P., Afonso, M, R, -A., Costa, J, M, -C., 2014. Hygroscopic behavior of freeze-dried papaya pulp powder with maltodextrin. *Maringa*. 36(1), 179-185. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v36i1.17499>
- Chong, S, -Y., Wong, C, -W., 2017. Effect of spray dryer inlet temperature and maltodextrin concentration on colour profile and total phenolic content of sapodilla (*Manilkara zapota*) powder. *International Food Research Journal*. 24(6), 2543-2548. [http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(06\)%202017/\(36\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(06)%202017/(36).pdf)
- Djaafar, T, -F., Santoso, -U., Ariestyanta, -A., 2017. Pengaruh penambahan maltodekstrin dan suhu inlet spray dryer terhadap karakteristik fisiko-kimia bubuk sari kerandang (*Canavalia virosa*). *Agritech*. 37(3), 334-342. <https://doi.org/10.22146/agritech.10446>
- 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, 1-13. <https://doi.org/10.3390/beverages4040101>
- Ekpong, -A., Phomkong, -W., Onsaard, -E., 2016. The effects of maltodextrin as a drying aid and drying temperature on production of tamarind powder and consumer acceptance of the powder. *International Food Research Journal*. 23(1), 300-308.
- Fennema, OR. 1996. *Food Chemistry 3<sup>rd</sup> Edition*. Marcel Dekker, New York.
- Gaman, PM, Sherrington, KB. 2002. *Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gharsallaoui, -A., Roudaut, -G., Chambin, -O., Voilley, -A., Saurel, -R., 2007. Review: Application of spray drying in microencapsulation of food ingredients an overview. *Food Research International*. 40(9), 1107-1121.



- <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.07.004>
- Gonzales, -F., Igual, -M., Camacho, M, -M., Navarrete, N, -M., 2018. Impact of temperature, gum arabic and carboxymethyl cellulose on some physical properties of spray-dried grapefruit. *International Journal of Food Engineering*. 14(5-6), 1-11. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2017-0387>
- Goula, A, -M., Adamopoulos, K, -G., 2014. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. powder properties. *Drying Technology*. 26, 726-737. <https://doi.org/10.1080/07373930802046377>
- Hamid., Thakur, N, -S., Thakur, -A., 2020. Microencapsulation of wild pomegranate flavedo phenolics by lyophilization: effect of maltodextrin concentration, structural morphology, functional properties, elemental composition and ingredient for development of functional beverage. *Food Science and Technology*. 133, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110077>
- Hanani, Z, -A., Husna, A, B, -A., Syahida, S, -N., Khaizura, M, A, B, -N., 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.foodres.2018.11.004>
- Hawlder, M, N, -A., Uddin, M, -S., Ho, J, -C., Teng, A, B, -W., 1991. Drying characteristics of tomatoes. *Journal of Food Engineering*. 14(4), 259-268. [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(91\)90017-M](https://doi.org/10.1016/0260-8774(91)90017-M)
- Hogan, S, -A., McNamee, B, F, -M., O'Riordan, E, -D., O'Sullivan, -M., 2001. Microencapsulating properties of sodium caseinate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(4), 1934-1938. <https://doi.org/10.1021/jf000276q>
- Hossain, M, -A., Mitra, -S., Belal, -M., Zzaman, -W., 2021. Effect of foaming agent concentration and drying temperature on biochemical properties of foam mat dried tomato powder. *Food Research*. 5(1), 291-297. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).372](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).372)
- Indah, -A., Isnaini, -F., Nurhadi, -B., 2019. Pengaruh penambahan berbagai konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik kecap manis bubuk hasil pengeringan vakum. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(3), 181-192. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2019.020.03.5>
- Irena, C, F. 2019. Pengaruh Konsentrasi Na-CMC Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Granula Tepung Bandeng. Skripsi. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya
- Irfan, -M., Akram, -A., Zahoor, A, -F., Qadir, M, -I., Hussain, -A., Abbas, -N., Khan, -A., Arshad, M, -S., Khan, N, -I., 2016. Formulation parameters affecting floating behaviour and drug release from extended release floating tablets of ranitidine hydrochloride. *Latin American Journal Of Pharmacy*. 35(1), 1206-1216.
- Iswari, -K., 2005. Pemanfaatan tomat dan sirsak sebagai bahan dasar pembuatan produk suplemen kesehatan. *Jurnal Hortikultura*. 25(3), 367-376. <http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v25n4.2015.p367-376>
- Jaya, -S., Das, -H., 2008. Glass transition and sticky point temperatures and stability/mobility diagram of fruit powders. *Food Bioprocess Technology*. 2, 89-95. <https://doi.org/10.1007/s11947-007-0047-5>
- Jittanit, -W., Att, S, -N., Techanuntachaikul, -O., 2010. Study of spray drying of pineapple juice using maltodextrin as an adjunct. *Chiang Mai Journal of Science*. 37(3), 498-506.
- Jonauskaite, -D., Mohr, -C., Antonietti, J, -P., 2016. Most and least preferred colours differ according to object context: new insights from an unrestricted colour range. *Plos One*, 11(3), e0152194. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152194>
- Karangan, -J., Sugeng, -B., Sulardi., 2019. Uji keasaman air dengan alar sensor pH di STT migas Balikpapan. *Jurnal*

- Kacapuri*. 2(1), 65-72.  
<https://doi.org/10.31602/jk.v2i1.2065>
- Kraithong, -S., Rawdkuen, -S., 2020. Effects of food hydrocolloids on quality attributes of extruded red jasmine rice noodle. *PeerJ*. 8, 1-18.  
<https://doi.org/10.7717/peerj.10235>. e Collection 2020.
- Kumalaningsih, -M., Ramadhia, S, -I., Santoso, -S., 2012. Pembuatan tepung lidah buaya (*Aloe vera* L.) dengan metode *foam-mat drying*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(2), 125-137.
- Lestari, -N., Samsuar., Novitasari, E., Rahman, K., 2020. Kinerja cabinet dryer pada pengeringan jahe merah dengan memanfaatkan panas terbuang kondensor pendingin udara. *Jurnal Agritechno*, 13(1), 57-70.  
<https://doi.org/10.20956/at.v13i1.250>
- MacDougall, DB. 2002. *Colour in Food*. Woodhead Publishing Limited, England
- Mazumder, M, A, -R., Ranganathan, T, -V., 2020. Encapsulation of isoflavone with milk, maltodextrin and gum acacia improves its stability. *Current Research in Food Science*. 2, 77-83.  
<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2019.12.003>
- Mehran, -M., Masoum, -S., Memarzadeh, -M., 2020. Improvement of thermal stability and antioxidant activity of anthocyanins of *echium amoenum* petal using maltodextrin/modified starch combination as wall material. *International Journal of Biological Macromolecules*. 148, 768-776.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.197>
- Meriatna. 2013. Hidrolisa bubuk sagu menjadi maltodekstrin menggunakan asam klorida. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1(2), 38-48.  
<https://ojs.unimal.ac.id/jtk/article/view/40>
- Mishra, -P., Mishra, -S., and 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>
- Ng, M. L., Sulaiman, R., 2017. Development of Beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. *LWT – Food Science and Technology*. 88, 80-86.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.032>
- Nugraheni, -R., Tari, A, I, -N., 2014. Analisis minuman instan secang: Tinjauan proporsi putih telur, maltodekstrin, dan kelayakan usahanya. *Agrin*. 18(2), 129-147.  
<http://dx.doi.org/10.20884/1.agrin.2014.18.2.219>
- Nugroho, S. 2015. *Manajemen Warna dan Desain*. CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Panahirad, -S., Hassani, R, -N., Bergin, -S., Katam, -R., Mahna, -N., 2020. Improvement of postharvest quality of plum (*Prunus domestica* L.) using polysaccharide-based edible coatings. *Plants*. 9, 1-16.  
<https://doi.org/10.3390/plants9091148>
- Putri, D, -A., Setiawan, -A., Anggraini, P, -D., 2017. Effect of carboxymethyl cellulose (CMC) as biopolymers to the edible film sorghum starch hydrophobicity characteristics. *Aip Conference Proceedings*. 1818(020044).  
<https://doi.org/10.1063/1.4976908>
- Rahimi, -J., Singh, -A., Adewale, P, -O., Adedeji, A, -A., Ngadi, M, -O., Raghavan, -R., (2013). Effect of carboxymethyl cellulose coating and osmotic dehydration on freeze drying kinetics of apple slices. *Foods*. 2, 170-182.  
<https://doi.org/10.3390/foods2020170>
- Saberi, -B., Vuong, Q, -V., Chockchaisawasdee, -S., Golding, J, -B., Scarlett, C, -J., Stahopoulos, C, -E., 2017. Physical, barrier, and antioxidant properties of pea starch-guar gum biocomposite edible films by incorporation of natural plant extracts. *Food and Bioprocess Technology*. 10, 2240-2250. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1995-z>
- 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), 69-93.

- <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*). *Journal of Scientific and Applied Chemistry*. 23(8), 276-282. <https://doi.org/10.14710/jksa.23.8.276-282>
- Sarabandi, -K., Jafari, S, -M., Mahoonak, A, -S., Mohammadi, -A., 2019. Application of gum Arabic and maltodextrin for encapsulation of eggplant peel extract as a natural antioxidant and color source. *International Journal of Biological Macromolecules*. 140, 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.133>
- Sebastian, M. 2020. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Sifat Fisikokimia Bubuk *Pericarp* Manggis (*Garcinia mangostana* L.). Skripsi. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya
- Sinaga, A, S., 2019. Segmentasi Ruang Warna  $L^* a^* b^*$ . *Jurnal Mantik Penusa*. 3(1), 43-46.
- Smith, JS, Hui, YH. 2004. *Food Processing Principles and Applications*. Blackwell Publishing, USA
- Sturn, -L., Crnivec, -I, G, -O., Istenic, -K., Megusar, -P., Slukan, -A., Humar, -M., Levic, -S., Nedovic, -V., Kopinc, -R., Dezelak, -M., Gonzalez, A, -P., Ulrih, P, -P., 2019. Encapsulation of non-dewaxed propolis by freeze-drying and spray-drying using gum Arabic, maltodextrin and inulin as coating materials. *Food and Bioproducts Processing*. 116, 196-211. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.05.008>
- Sulisyawati, F. 2019. Pembuatan Minuman Serbuk Sari Buah Terong Belanda (*Solanum betaceum*) Dengan Metode Enkapsulasi. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan
- Tazar, -N., Violalita, -F., Harmi, -M., Fahmy, -K., 2017. Pengaruh perbedaan jenis dan konsentrasi bahan pengisi terhadap karakteristik pewarna buah senduduk. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 21(2), 117-121. <https://doi.org/10.25077/jtpa.21.2.117-121.2017>
- Tze, N, -L., Han, C, -P., Yusof, Y, -A., Ling, C, -N., Talib, R, -A., Taip, F, -S., Aziz, M, -G., 2012. Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. *Food Science and Biotechnology*. 21(3), 675-682. <https://doi.org/10.1007/s10068-012-0088-z>
- Valenzua, -C., Aguilera, J, -M., 2015. Effects of maltodextrin on hygroscopicity and crispness of apple leathers. *Journal of Food Engineering*. 144, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.07.010>
- Vaquero, M, J, R., Serravalle, L, R, -T., Nadra, M, M, -C., and Saad, , A, M, -S., 2010. Antioxidant capacity and antibacterial activity of phenolic compounds from argentinean herbs infusions. *Food Control*. 21, 779-785. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.10.017>
- Visita, B, F., Putri, W, D, R., 2014. Pengaruh penambahan bubuk mawar merah (*Rosa damascene* Mill.) dengan jenis bahan pengisi berbeda pada cookies. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(1), 39-46. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/20>
- Wahyudi, L. 2009. *Panduan Merangkai Bunga*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- William, A. 2020. Pengaruh Konsentrasi Na-CMC Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Tepung Daging Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). Skripsi. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya
- Winarno, FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka, Jakarta
- Wiyono, -R., 2011. Studi pembuatan serbuk effervescent temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) kajian suhu pengereng, konsentrasi dekstrin, konsentrasi asam sitrat dan natrikarbonat. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*. 1(1), 56-84. <https://doi.org/10.35891/tp.v1i1.477>

Yuliaty, S, T., Susanto, W, H., 2014.  
Pengaruh lama pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik fisik kimia dan organoleptik minuman instan daun

mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(1), 41-52.  
<https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/108>