

## Profil Release Encapsulasi Antosianin, Flavonoid dan Fenolik pada Kulit Semangka Menggunakan Metode *Spray Drying*

### Release Profile of Anthocyanin, Flavonoid and Phenolic Encapsulation on Watermelon Rind Using *Spray Drying* Method

Lilis Kistriyani\*, Farah Fauziyah, dan Sri Rezeki

*Program Studi Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 55584, Indonesia*

#### Artikel histori :

Diterima 24 Oktober 2019  
Diterima dalam revisi 28  
Oktober 2019  
Diterima 26 Maret 2020  
Online 31 Oktober 2020

**ABSTRAK:** Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi bencana alam yang cukup tinggi. Makanan adalah bahan habis pakai yang paling dibutuhkan saat bencana alam terjadi. Untuk menjaga makanan bergizi yang akan didistribusikan ke korban bencana alam tetap layak untuk dimakan, diperlukan suatu adanya alternatif berupa pengawet alami makanan. Dalam penelitian ini, dipilih kulit semangka sebagai bahan untuk membuat pengawet alami karena mengandung flavonoid dan antosianin. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui banyaknya kandungan total antosianin, flavonoid dan fenolik pada kulit semangka merah serta mengetahui pengaruh komposisi kitosan terhadap kemampuan pelepasan antosianin, flavonoid dan fenolik pada makanan. Penelitian ini dilakukan dengan metode ekstraksi dan encapsulasi. Pada proses encapsulasi digunakan teknik *spray drying*. Analisa yang dilakukan antara lain pengujian analisis kandungan Total Antosianin (TA), Total Flavonoid (TF) dan Total Fenolik (TPC) di dalam supernatant, serta analisa uji in vitro (uji kemampuan pelepasan flavonoid dan fenolik) pada makanan. Kandungan total antosianin pada kulit semangka merah sebesar 0,1113 mg/L. Kandungan total flavonoid pada kulit semangka merah sebesar 0,6159 g/mL. Kandungan total fenolik kulit semangka merah sebesar 0,3410 g/mL. Pada uji in vitro untuk senyawa flavonoid maupun fenolik, terjadi ketidakstabilan pelepasan kadar flavonoid dan fenolik terhadap waktu pada variasi kitosan 0,4 gram, 0,5 gram, dan 0,6 gram. Namun dari hasil rata-rata pelepasan kadar flavonoid dan fenolik, yang paling tinggi terjadi pada variasi kitosan 0,6 gram, dengan masing-masing nilai yaitu untuk flavonoid 0,1172 gram/mL dan untuk fenolik 0,0867 gram/mL. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar kitosan, maka pelepasan kadar flavonoid dan fenolik juga meningkat.

**Kata Kunci:** *Spray Drying; Antosianin; Flavonoid; Fenolik*

**ABSTRACT:** Special Region of Yogyakarta is one of the regions that has a high potential for natural disasters. Food is the consumable material that is most needed when natural disasters occur. For maintaining nutritious food that will be distributed to victims of natural disasters that still appropriate to eat, an alternative form of food preservative is needed. In this research, watermelon rind was chosen as an ingredient to make natural preservatives because they contain flavonoids and anthocyanins. This research aims to determine the total content of anthocyanins, flavonoids and phenolics in red watermelon rind, also to determine the effect of chitosan composition on the ability to release flavonoids and phenolics in food. This research was carried out by extraction and encapsulation methods. On encapsulation process, spray drying technique were used. The analysis carried out included the analysis of Total Anthocyanin (TA), Total Flavonoids (TF) and Total Phenolic (TPC) in the supernatant. The other analysis was in vitro tests to know the ability of flavonoids and phenolics release in the food. The total anthocyanin content in red watermelon rind was 0.1113 mg/L. The total content of flavonoids in red watermelon rind was 0.6159 g/mL. The total phenolic content of red watermelon rind was 0.341 g/mL. On the In Vitro release for flavonoids and phenolic compound, there was instability on release of flavonoids and fenolic toward the time in variations of chitosan mass 0.4 grams, 0.5 grams, and 0.6 grams. But the highest release of flavonoid and phenolic levels occurred from average results in variations of chitosan mass 0.6 grams, with each results, 0.1172 g/mL for flavonoids and 0.0867 g/mL from phenolic. Due to the higher of used chitosan, that means flavonoids and fenolic's content is higher too.

**Keywords:** *Spray Drying; Anthocyanin; Flavonoids; Phenolic*

\*Corresponding Author: +6285640796464  
Email: lilis.kistriyani@uii.ac.id

## 1. Pendahuluan

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana alam. Apabila terjadi bencana alam, salah satu hal yang dibutuhkan adalah makanan. Makanan yang sering di distribusikan adalah makanan cepat saji atau mie instant yang kurang sehat apabila di konsumsi terus-menerus. Oleh karena itu dibutuhkan makanan yang bernutrisi tinggi dan menyehatkan. Pengawet makanan dibutuhkan untuk mengawetkan makanan yang didistribusikan ke korban bencana alam agar tetap layak dimakan. Pengawet alami menjadi salah satu pilihan karena aman untuk dikonsumsi dan tidak merusak kandungan nutrisi dalam makanan. Kulit Semangka merupakan salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai pengawet alami karena mengandung antosianin, flavonoid dan fenolik (Afrianti, 2010).

Flavonoid memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Zuhra et al., 2008). Antioksidan melindungi jaringan terhadap kerusakan oksidatif dari radikal bebas dari proses di dalam atau di luar tubuh, serta memiliki hubungan sinergis dengan vitamin C. Sedangkan antosianin memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas dan menghambat peroksidasi lemak yang merupakan penyebab utama kerusakan sel (Cevallos-Casals dan Cisneros-Zevallos, 2004). Kulit semangka juga mengandung senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antioksidan. Fenolik mampu membentuk radikal fenoksi yang stabil dalam proses oksidasi. Kandungan gizi kulit semangka ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan Gizi Kulit Semangka

| Komponen Gizi | Kandungan |
|---------------|-----------|
| Energi        | 30 Kcal   |
| Karbohidrat   | 7,6 g     |
| Serat         | 0,4 g     |
| Thiamin       | 0,033 mg  |
| Vitamin A     | 569 IU    |
| Vitamin C     | 8,1 mg    |
| Vitamin E     | 0,05 mg   |
| Sodium        | 1 mg      |
| Pottasium     | 112 mg    |
| Kalsium       | 7 mg      |
| Magnesium     | 10 mg     |

(Soerdaya, 2009)

Encapsulasi adalah suatu teknik untuk melapisi atau menyalut suatu bahan aktif dengan lapisan dinding polimer sehingga menghasilkan partikel kecil berukuran mikro ataupun nano. Pelapisan atau penyalutan ini dapat melindungi bahan aktif dari kondisi lingkungan sekitar seperti cahaya, suhu, kelembaban, dan dari interaksi dengan zat lainnya. Pada penelitian ini digunakan teknik *spray drying* dikarenakan *spray dryer* dapat digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan yang peka terhadap panas tanpa merusak bahan-bahan tersebut serta dapat mengatasi ketidakstabilan hasil encapsulasi selama penyimpanan. Teknik *spray drying* akan menghasilkan serbuk dengan sifat fisika kimia yang bergantung pada variabel operasinya seperti suhu inlet udara pengering, laju alir udara pengering,

laju umpan cairan atau sampel, dan tekanan atau volume udara atomisasi. Parameter tersebut harus dikontrol agar dapat menghasilkan serbuk dengan kadar dan intensitas warna yang tinggi namun kadar air tetap rendah (Anthony, 2015; Setyawan, 2018).

Dalam proses encapsulasi diperlukan bahan penyalut kapsul yang berupa polimer. Pada penelitian ini digunakan kitosan dengan berbagai komposisi. Kitosan diketahui mempunyai kemampuan untuk membentuk gel, film dan fiber, karena berat molekulnya yang tinggi dan solubilitasnya dalam larutan asam encer (Hirano, 1996). Selain itu diperlukan *crosslinker* agar kandungan antosianin, flavonoid dan fenolik dapat dikendalikan pelepasannya. Dalam penelitian ini, *crosslinker* yang digunakan adalah Na(TPP).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui banyaknya kandungan total antosianin, flavonoid dan fenolik pada kulit semangka merah serta mengetahui pengaruh komposisi kitosan terhadap kemampuan pelepasan antosianin, flavonoid dan fenolik pada makanan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengawet makanan untuk didistribusikan kepada korban bencana alam sehingga masyarakat yang membutuhkan tetap bisa makan makanan yang sehat, bergizi, dan tahan lama.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan:

- Kulit semangka merah yang diperoleh dari warung jus di sekitar kampus terpadu UII
- Kitosan, Na(TPP), etanol teknis 96%, asam asetat, buffer KCl pH 1, larutan HCl, aquadest, dan buffer natrium asetat pH 4,5 yang diperoleh dari toko bahan kimia Chemic Pratama

Peralatan yang digunakan :

*Rotary evaporator*, *Centrifuge*, *Spektrofotometer UV-1800*, dan *Buchi mini spray dryer B-290*.

### 2.2. Metode

#### 2.2.1. Ekstraksi antosianin dan flavonoid dari kulit semangka merah (Shi-Lin et al., 2016)

Sebanyak 50 gram sampel yang masih segar dimasukkan ke dalam *homogenizer* pada suhu 4°C. Struktur seluler kulit semangka dipecah dengan menggunakan mesin homogenisasi kecepatan tinggi pada 15.000 r min<sup>-1</sup> selama 3 menit. Pasta yang terbentuk dicampur dengan 175 mL etanol 80% (etanol : air = 80:20) yang mengandung 0,1% HCl. Kemudian, larutan sampel disaring menggunakan corong pemisah dibantu kertas saring dan pompa vakum sampai tersaring seluruhnya. Filtrat yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam *centrifuge* dengan kecepatan 4000 r min<sup>-1</sup> selama 10 menit. Kemudian larutan tersebut disaring kembali menggunakan kertas saring Whatman 40 dan pompa vakum sampai tersaring seluruhnya. Selanjutnya, 0,01 mL HCl dicampurkan dengan 100 mL aquadest dan diambil 25 mL dari larutan tersebut, kemudian dicampurkan

dengan 100 mL larutan sampel. Filtrat dan ekstrak dipisahkan dengan rotary evaporator dengan kecepatan 40 rpm dan suhu 35°C selama ±2 jam.

### 2.2.2. Enkapsulasi antosianin dan flavonoid kulit semangka merah (Wang et al., 2014; Yunilawati, 2018)

Ekstrak antosianin dan flavonoid kulit semangka merah dilarutkan pada *buffer* KCl pH 1,0 dengan perbandingan 1:1. Kitosan (0,1% b/v) dilarutkan dalam larutan asam asetat pH 2,6 (1,0% v/v). pH *crosslinker* diatur menjadi 2,6 dengan menggunakan 0,1 N HCl. Kemudian, ekstrak antosianin sebanyak 1 mL (pH 1,0) ditambahkan ke dalam 20 mL larutan kitosan pH 2,6 (0,1% b/v). Pada saat yang bersamaan, larutan tersebut diteteskan ke dalam 20 mL larutan *crosslinker* Na(TPP) pH 2,6 dengan variasi 0 – 0,3% (b/v) disertai pengadukan selama 3 menit. Selanjutnya, suspensi enkapsulasi tersebut dimasukkan ke dalam *spray dryer* dengan penambahan maltodekstrin sebanyak 10% sampel dengan suhu 105°C sampai larutan habis. Kapsul dan supernatan yang terbentuk dipisahkan untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

### 2.2.3. Analisis Total Kandungan Antosianin (TA) (Wrolstad, 2005)

Analisis ini dilakukan dengan cara melarutkan 1 mL ekstrak kulit semangka merah ke dalam 0,2 M *buffer* KCl pH 1,0 sampai volumenya mencapai 25 mL. Lalu, 1 mL ekstrak antosianin dan flavonoid dilarutkan ke dalam 0,2 M *buffer* natrium asetat pH 4,5 sampai volumenya 25 mL. Kemudian, larutan pH 1,0 dan pH 4,5 tersebut dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-1800 (Shimadzu UV Spectrophotometer) dengan Panjang gelombang 525 nm dan 700 nm. Perhitungan total antosianin (TA) dilakukan dengan rumus berikut :

$$TA(mg/L) = \frac{[(OD_{525} - OD_{700}) \times 449,2 \times 1000 / 26900 \times DF]}{pH_{4,5} - pH_{1,0}} \quad (1)$$

Dimana,

OD<sub>525</sub> = Konsentrasi antosianin pada panjang gelombang 525 nm

OD<sub>700</sub> = Konsentrasi antosianin pada panjang gelombang 700 nm

449,2 = Massa molekul dari cyanidin-3-glukosida

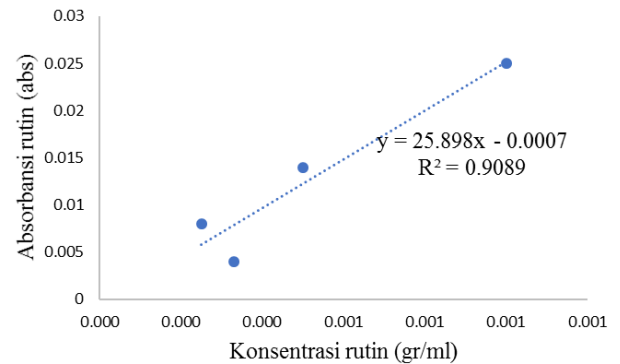
1000 = Faktor konversi dari g ke mg

26900 = Absorptivitas molar

DF = Dilution factor

### 2.2.4. Analisis Total Kandungan Flavonoid (TF) (7)

Analisis ini dilakukan menggunakan metode spektrofotometri yang pernah dilakukan Wang et al (2014). Rutin digunakan sebagai senyawa standard pada analisis ini. Sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang 510 nm. Jumlah flavonol (R) dihitung menggunakan kurva kalibrasi :



Gambar 1. Kurva Standar Antosianin dan Flavonoid

Kadar flavonol (TF) diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$TF(g/mL) = R \times DF / m \quad (2)$$

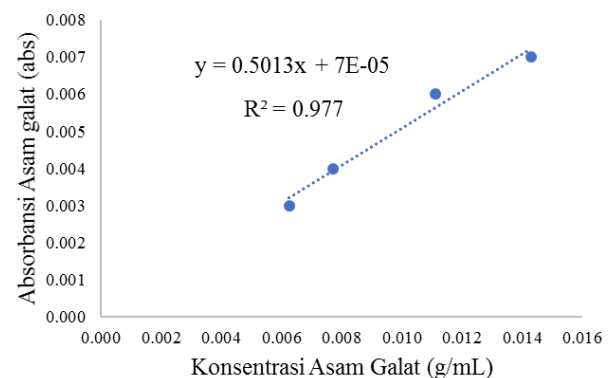
Dengan,

DF = 2500

m = jumlah sampel kulit semangka merah

### 2.2.5. Analisis Kandungan Fenolik (Mansouri et al., 2005)

Total Kandungan Fenolik (TPC) dianalisis menggunakan metode Foin-Ciocalteu. Asam galat digunakan sebagai larutan standar. Sampel ekstrak diukur absorbansinya pada panjang gelombang 750 nm dan TPC dihitung dengan kurva kalibrasi.



Gambar 2. Kurva Standar Fenolik

### 2.2.6. Uji Pelepasan *In Vitro* (Wang et al., 2014)

Uji Pelepasan *In Vitro* dilakukan dengan cara mengambil 100 mg hasil enkapsulasi dan dimasukkan ke dalam 50 mL aquadest. Campuran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam gelas *beaker* kemudian dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirer* dengan kecepatan 120 rpm selama 2 jam pada suhu kamar. Larutan tersebut di analisis secara berkala setiap 15 menit untuk mengetahui jumlah flavonoid dan fenolik yang terlepas ke media.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Total Kandungan Antosianin

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode perbedaan pH yang diadopsi dari penelitian Wrolstad et al (2005) dan Huang (2009), dimana analisis ini menggunakan Spektrofotometer UV-1800 (Shimadzu Spectrophotometer) dengan panjang gelombang 525 nm dan 700 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus TA untuk mendapatkan kandungan antosianin pada kulit semangka. Dari hasil analisis yang dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali pada sampel, diperoleh nilai kandungan total antosianin hasil ekstraksi kulit semangka sebesar 0,1113 mg/L. Hal ini menunjukkan, bahwa pada kulit semangka terdapat kandungan antosianin, sehingga hasil analisis tersebut tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anthony (2015) dalam "Assessment of some Antinutrient Properties of the Watermelon (*Citrullus lanatus*) Rind and Seed" yang menyatakan bahwa tidak terdapat kandungan antosianin dalam kulit semangka.

#### 3.2. Total Kandungan Flavonoid

Kandungan total flavonoid (TF) diukur dengan metode spektrofotometri (Wang et al., 2014). Rutin digunakan sebagai senyawa standard pada analisis ini. Sampel diukur absorbansinya pada panjang 510 nm, sehingga diperoleh nilai absorbansinya yaitu 0,312. Kemudian nilai absorbansi tersebut digunakan untuk mencari kandungan total flavonoid. Dengan menggunakan kurva standard flavonoid, diperoleh kandungan total flavonoid dari hasil ekstraksi kulit semangka merah sebesar 0,6159 g/mL.

#### 3.3. Total Kandungan Fenolik

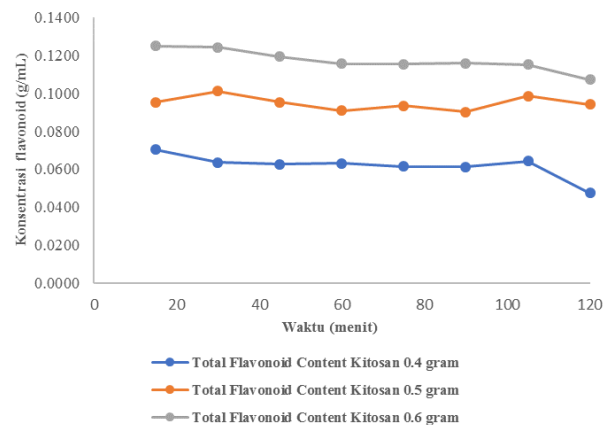
Kandungan total fenolik (TPC) diukur dengan metode spektrofotometri yang pernah dilakukan Wang et al., (2014). Dimana asam galat digunakan sebagai senyawa standard pada analisis ini. Sampel diukur absorbansinya pada panjang 750 nm, sehingga diperoleh nilai absorbansinya yaitu 0,171. Kemudian nilai absorbansi tersebut digunakan untuk mencari kandungan total fenolik. Dengan menggunakan kurva standard fenolik, diperoleh kandungan total fenolik dari hasil ekstraksi kulit semangka merah yaitu 0,341 g/mL.

#### 3.4. Uji Pelepasan *In Vitro*

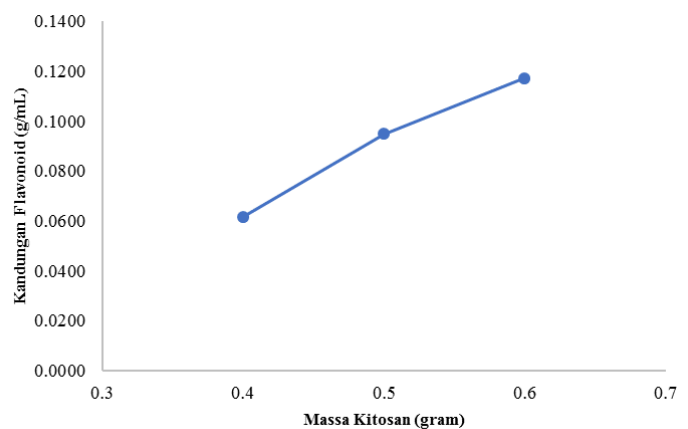
Uji pelepasan *in vitro* dari senyawa antosianin dan flavonoid dilakukan pada media pelepasan yang berupa *aquadest*. Media tersebut dipilih karena tujuan dari hasil encapsulasi ini akan diaplikasikan pada makanan atau minuman. Pengujian ini menggunakan sampel hasil dari encapsulasi yang dimasukkan dalam *aquadest* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* kemudian diuji setiap 15 menit selama 2 jam. Hal tersebut dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak senyawa flavonoid dan fenolik yang dapat terlepas. Pengujian analisis ini dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

#### 3.4.1. Uji Pelepasan *In Vitro* untuk Senyawa Flavonoid

Nilai absorbansi yang telah diperoleh digunakan untuk mencari kandungan total flavonoid yang terlepas ke *aquadest*. Metode perhitungan yang digunakan sama dengan total kandungan flavonoid (TF) pada hasil ekstraksi kulit semangka. Variasi kitosan yang digunakan yaitu 0,4 gram, 0,5 gram, dan 0,6 gram. Setelah 2 jam, diperoleh kandungan flavonoid seperti yang terlihat pada Gambar 3 dan 4.



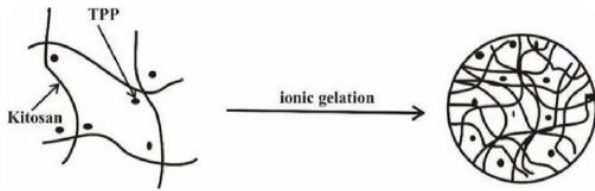
Gambar 3. Konsentrasi Flavonoid yang Terlepas pada Berbagai Waktu



Gambar 4. Konsentrasi Flavonoid yang Terlepas pada Berbagai Variasi Kitosan

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya waktu maka semakin banyak kandungan flavonoid yang terlepas ke dalam *aquadest*. Dalam proses pelepasan tersebut juga menunjukkan adanya transfer massa dari kapsul ke dalam *aquadest*. Namun, pada gambar tersebut menunjukkan bahwa pelepasan kadar flavonoid mengalami ketidakstabilan pada kitosan 0,4 gram, 0,5 gram, dan 0,6 gram. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan yang kuat antara Na(TPP) sebagai *crosslinker* dengan kitosan, sehingga menyebabkan kadar flavonoid menjadi lambat terlepas ke dalam *aquadest*. Ketika campuran kitosan dan flavonoid ditambahkan dengan larutan TPP yang telah

dicampurkan larutan HCL, ikatan kitosan-TPP (*crosslink*) akan terbentuk secara spontan. Pembentukan nanopartikel primer kitosan-TPP selanjutnya masuk ke koloid yang lebih besar yang di mediasi oleh TPP (Hassani et al., 2015).

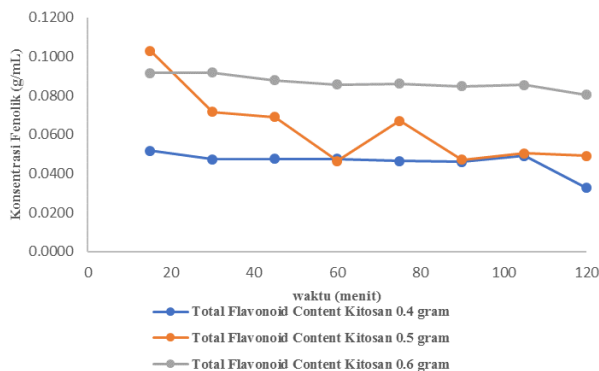


**Gambar 5.** Proses *crosslink* kitosan-TPP (Hassani et al., 2015)

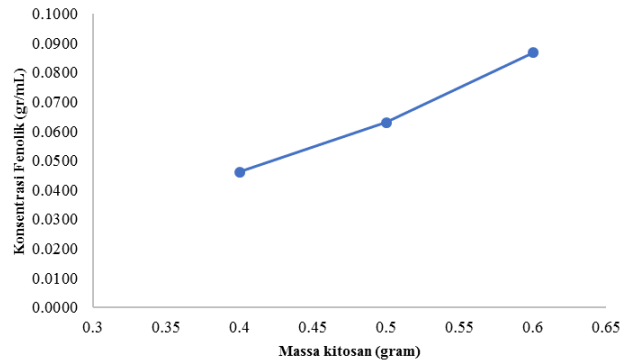
Sedangkan Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin banyak kitosan sebagai penyalut yang digunakan, maka kapsul yang terbentuk akan semakin banyak. Di dalam kapsul tersebut mengandung flavonoid yang disebut sebagai konsentrasi awal. Maka konsentrasi flavonoid yang terlepas ke *aquadest* juga semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kadar kitosan, sesuai dengan konsentrasi awalnya.

### 3.4.2. Uji Pelepasan *In Vitro* untuk Senyawa Fenolik

Nilai absorbansi yang telah diperoleh digunakan untuk mencari total kandungan fenolik. Metode perhitungan yang digunakan sama dengan total kandungan fenolik (TPC) pada hasil ekstraksi kulit semangka. Variasi kitosan yang digunakan yaitu 0,4 gram, 0,5 gram, dan 0,6 gram. Setelah 2 jam, diperoleh kandungan fenolik seperti yang terlihat pada Gambar 6 dan 7.



**Gambar 6.** Konsentrasi Fenolik yang Terlepas Pada Berbagai Waktu



**Gambar 7.** Konsentrasi Fenolik yang Terlepas Pada Berbagai Variasi Kitosan

Gambar 6 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu maka semakin banyak kandungan fenolik yang terlepas ke dalam *aquadest*. Sama halnya dengan pelepasan kadar flavonoid, pelepasan kadar fenolik juga mengalami ketidakstabilan pada kitosan 0,4 gram, 0,5 gram, dan 0,6 gram. Hal tersebut disebabkan karena adanya ikatan yang kuat antara Na(TPP) sebagai *crosslinker* dengan kitosan, sehingga menyebabkan kadar fenolik lambat terlepas ke dalam *aquadest*. Mekanisme ikatan kitosan dan Na(TPP) sama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Sedangkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin banyak kitosan sebagai penyalut yang digunakan, maka kapsul yang terbentuk akan semakin banyak. Di dalam kapsul tersebut mengandung fenolik yang disebut sebagai konsentrasi awal. Maka konsentrasi fenolik yang terlepas ke *aquadest* juga semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kadar kitosan, sesuai dengan konsentrasi awalnya.

## 4. Kesimpulan

Kandungan total antosianin pada kulit semangka merah sebesar 0,1113 mg/L, total flavonoid sebesar 0,6159 g/mL dan total fenolik sebesar 0,3410 g/mL. Pada pelepasan kadar flavonoid dan fenolik, terdapat beberapa profil *release* yang mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan adanya ikatan yang kuat antara Na(TPP) dengan kitosan, sehingga menyebabkan kadar flavonoid maupun kadar fenolik menjadi lambat terlepas ke dalam *aquadest*. Dengan penambahan kitosan yang semakin banyak, maka kadar flavonoid maupun kadar fenolik yang dihasilkan juga semakin tinggi.

## Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik kimia, Universitas Islam Indonesia yang telah mendanai penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Afrianti, L.H., 2010, *Macam Buah-Buahan Untuk Kesehatan*, Alfabeta, Bandung.
- Anthony, C.E., 2015, Assessment of some Anti-nutrient Properties of the Watermelon (*Citrullus lanatus*) Rind and Seed, *Research Journal of Environmental Sciences*, Vol.9 No.5: 225-232.
- Cevallos-Casals, B.A. & Cisneros-Zevallos, L., 2004, Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colourants, *Journal of Food Chemistry*, Vol.86: 69-77.
- Hassani, S., Laouini, A., Fessi, H., & Charcosset, C., 2015, Preparation of chitosan-TPP nanoparticles using microengineered membranes –Effect of parameters and encapsulation of tacrine, *Colloids and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Vol.482: 34-43.
- Hirano, S., 1996, Chitin Biotechnology Applications, *Biotechnology Annual Review*, Vol.2: 237-258.
- Huang, Z., Wang, B., Williams, P., & Ralphenia, D.P., 2009, Identification of anthocyanins in muscadine grapes with HPLC-ESI-MS. *LWT - Food Science and Technology*, Vol.42: 819–824.
- Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., & Kefalas, P., 2005, Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Algerian Ripe Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera*), *Journal of Food Chemistry*, Vol.89: 411-420.
- Setyawan, A.I., 2018, Pengaruh Suhu Pengeringan Spray Dryer Terhadap Sifat Fisik dan Aktivitas Antioksidan Tablet Ekstrak Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* Boerl), *Jurnal Sains dan Teknologi Aplikatif*, Vol.2 No.1.
- Shi-lin, Z., Peng, D., Yu-chao, X.U & Jian-jun, W., 2016, Quantification And Analysis of Anthocyanin and Flavonoids Compositions, and Antioxidant Activities In Onions With Three Different Colors, *Journal of Integrative Agriculture*, Vol.15 No.9: 2175–2181.
- Soerdaya, A. P., 2009, *Agribisnis Nanas*, CV. Pustaka Grafika, Bandung.
- Wang, L.J., Su, S., Wu, J., 2014, Variation of anthocyanins and flavonols in *Vaccinium uliginosum* berry in Lesser Khingan Mountains and its antioxidant activity, *Journal of Food Chemistry*, Vol.160: 357-364.
- Wrolstad, R.E., Drust, R.W., Lee, J., 2005, Tracking Color and Pigment Changes In Anthocyanin Product, *Journal of Trends in Food Science Technology*, Vol.16 No.9: 423-428.
- Yunilawati, R., 2018, Optimasi Proses Spray Drying Pada Encapsulasi Ubi Ungu, *Jurnal Kimia dan Kemasan*, Vol. 40 No.1
- Zuhra, C.F., Tarigan, J.B. & Sitohang, H., 2008, Activity of Antioxidant Flavonoid Compound From Katuk Leaves (*Sauropus androgonus* (L) Merr.), *Jurnal Biologi Sumatera*, Vol.3 No.1: 7-10.