

Artikel Penelitian

Enkapsulasi Cabai Merah dengan Teknik *Coacervation* Menggunakan Alginat yang Disubstitusi dengan Tapioka Terfotooksidasi

Niken Widya Palupi[†], Pandu Khrisna Juang Setiadi, Sih Yuwanti

Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

[†]Korespondensi dengan penulis (nikenftpunej@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 3 Maret 2014 dan dinyatakan diterima tanggal 11 Mei 2014. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.journal.ift.or.id

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists © 2014 (www.ift.or.id)

Abstrak

Tapioka terfotooksidasi digunakan sebagai bahan pengkapsul untuk mensubstitusi alginat pada enkapsulasi cabai merah (*Capsicum annum* L.) yang didalamnya terkandung senyawa aktif kapsaisin menggunakan teknik *coacervation* (sistem gelasi ionik). Substitusi tapioka terfotooksidasi terhadap alginat dilakukan dengan konsentrasi yang berbeda (0%, 25%, 50%, dan 75%) serta suspensi dilakukan dengan konsentrasi yang berbeda pula (5% dan 10%). Kapsul cabai merah yang dihasilkan dikarakterisasi rendemen, warna, ukuran kapsul, kadar air, tekstur, kadar kapsaisin, efisiensi enkapsulasi dan *loading capacity*. Pensubstitusian tapioka terfotooksidasi dan perbedaan konsentrasi mempengaruhi efisiensi enkapsulasi. Pada konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi 50% dengan konsentrasi suspensi 5% efisiensi enkapsulasi mencapai 29,409% dan konsentrasi suspensi 10% sebesar 22,832%. Peningkatan konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi terhadap alginat maka nilai rendemen semakin meningkat dan semakin tinggi konsentrasi suspensi kapsul cabai merah akan meningkatkan rendemen, kadar air, dan *loading capacity*.

Kata kunci: alginat, *coacervation*, tapioka terfotooksidasi, kapsaisin

Pendahuluan

Cabai merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang sering digunakan. Cabai merah memiliki senyawa aktif kapsaisin yang menimbulkan rasa pedas (Borges, 2001). Kapsaisin dapat digunakan sebagai penghambat kanker leukimia (Ito, 2002), kanker prostat (Mori, 2006), maupun diabetes (Razavi, 2006). Namun cabai merah bersifat mudah rusak (*perishable*) dan senyawa kapsaisin yang dikandungnya bersifat volatil. Oleh karena itu perlu dilakukan tindakan preservatif guna melindungi senyawa aktif kapsaisinnya. Teknologi pengolahan pasca panen yang dapat dilakukan adalah enkapsulasi dengan teknik *coacervation*.

Enkapsulasi merupakan teknik penjeratan bahan inti dalam bahan pengkapsul tertentu. Keuntungan dari teknik enkapsulasi adalah melindungi dan mengontrol pelepasan bahan aktif. Teknik *coacervation* adalah teknik enkapsulasi dengan prinsip pembentukan gelasi ionik (Barbosa et al., 2005). *Coacervation* merupakan teknik enkapsulasi yang mudah karena bahan pengkapsul yang digunakan mudah didapat, tidak membutuhkan peralatan yang mahal, dan dapat dilakukan pada suhu ruang. Selain itu pemilihan teknik *coacervation* juga dikarenakan efisiensi enkapsulasi yang tinggi (Chanet et al., 2010).

Bahan pengkapsul yang biasa digunakan dalam teknik *coacervation* adalah alginat yang dikombinasikan dengan protein. Alginat digunakan karena memiliki gugus karboksil sehingga mampu membentuk gel dengan kation divalen, sedangkan protein berperan sebagai pengemulsi. Pada penelitian ini kation divalen dan protein yang digunakan adalah larutan CaCl_2 dan kasein. Namun harga alginat mahal yaitu Rp 200.000/kg, akses untuk mendapatkannya tidak mudah dan terbatas di distributor bahan kimia saja

(Wenten et al., 2004). Oleh karena itu alginat yang digunakan disubstitusi dengan polimer lain seperti pati.

Pada penelitian ini tapioka terfotooksidasi digunakan sebagai pensubstitusi alginat. Tapioka terfotooksidasi adalah pati singkong yang diberi perlakuan oksidasi dan iradiasi UV. Fiedorowicz et al. (1999) melaporkan bahwa reaksi fotooksidasi pada pati menghasilkan pati *crosslinking*. Dumoulin et al. (1998) dalam penelitiannya menyatakan bahwa adanya matriks *crosslinking* pada level rendah dapat meningkatkan kapasitas enkapsulasi. Lebih lanjut Palupi (2011) menunjukkan bahwa proses fotooksidasi menyebabkan tapioka terfotooksidasi mempunyai gugus karboksil. Gugus karboksil tersebut dapat berikatan dengan Ca seperti alginat, sehingga tapioka terfotooksidasi dapat mensubstitusi alginat. Matriks enkapsulasi yang baik diperoleh dari kombinasi karbohidrat, protein, dan polisakarida pada proporsi yang berbeda (Bhandari et al., 1992; McNamee et al., 2001; Sheu et al., 1995; Voilley, 1995) dalam Kaushik et al. (2006).

Penelitian ini mengevaluasi tapioka terfotooksidasi sebagai pensubstitusi alginat dalam proses enkapsulasi cabai merah menggunakan teknik *coacervation*. Suspensi yang digunakan adalah 5% (b/v) dan 10 (b/v). Mengacu pada penelitian Nori et al., (2011) suspensi yang digunakan 2,5% (b/v) dan 5% (b/v). Kapsul yang dihasilkan pada suspensi 5% memiliki karakteristik kapsul yang baik. Penggunaan suspensi 10% (b/v) pada penelitian ini untuk mengetahui apakah dengan konsentrasi suspensi yang lebih tinggi kapsul yang dihasilkan memiliki karakteristik yang baik. Keberhasilan enkapsulasi cabai merah diukur dengan beberapa uji karakteristik kapsul.

Materi dan Metode

Pembuatan bubuk cabai merah

Bubuk cabai merah dibuat dari cabai merah yang dikeringkan dengan sinar matahari (kadar air 15% db). Cabai merah kering dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk cabai merah. Selanjutnya bubuk cabai merah diayak dengan ayakan 60 mesh agar seragam.

Pembuatan cabai merah terenkapsulasi

Enkapsulasi cabai merah dibuat menggunakan metode seperti yang digunakan oleh [Donthidi et al. \(2010\)](#), dengan modifikasi. Suspensi enkapsulasi 5% dibuat dari 3 g tapioka terfotooksidasi dan alginat, 1 g kasein, 1 g bubuk cabai merah dan 100 ml aquades. Konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi terhadap alginat adalah 0%, 25%, 50%, 75%. Sebagai kontrol menggunakan 100% alginat. Enkapsulasi cabai merah dimulai dari menyiapkan 100 ml aquades dalam *beaker glass* 250 ml dengan pengadukan kontinyu menggunakan *hetaer-stirrer* dengan skala 5. Kasein dimasukkan terlebih dahulu, ditunggu hingga homogen selama 5 menit ($\pm 50^{\circ}\text{C}$). Kemudian tapioka terfotooksidasi dimasukkan, ditunggu hingga homogen selama 5 menit ($\pm 75^{\circ}\text{C}$). Suspensi kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya suspensi diaduk secara kontinyu menggunakan *magnetic stiter* (tanpa pemanasan). Alginat dimasukkan dalam suspensi, ditunggu hingga homogen selama 5 menit. Terakhir adalah memasukkan bubuk cabai merah dan ditunggu hingga homogen selama 5 menit. Suspensi enkapsulasi cabai merah kemudian dimasukkan dalam *syringe*. Selanjutnya disiapkan 100 ml CaCl_2 0,1 M yang diaduk secara kontinyu dengan *magnetic stirer*. Suspensi enkapsulasi cabai merah ditetaskan dalam larutan CaCl_2 tersebut sehingga dihasilkan *beads* dan biarkan diaduk dalam waktu 5 menit. Larutan CaCl_2 yang mengandung *beads* disaring dengan saringan *stainless steel*. *Beads*/hidrogel tersebut ditempatkan pada loyang yang diberi alas alumunium foil. Selanjutnya dikeringkan-anginkan pada suhu kamar selama 12 jam.

Analisa cabai merah terenkapsulasi

Rendemen

Rendemen dihitung berdasarkan berat kapsul

cabai merah yang dihasilkan dari berat bahan yang digunakan. Rendemen (%) cabai merah terenkapsulasi dapat dihitung dengan pembagian antara [berat kapsul – (berat kapsul x kadar air)] dengan [berat bahan] dan kemudian dikalikan dengan 100.

Warna

Pengukuran warna cabai merah terenkapsulasi dilakukan dengan menggunakan *color reader*. Sebelum mengukur warna cabai merah terenkapsulasi, *color reader* dikalibrasi terlebih dahulu. Pengukuran warna dibaca pada parameter L^* , a^* , b^* di 3 titik yang berbeda. L^* menunjukkan derajat kecerahan dari hitam (0) hingga putih (100). a^* mendiskripsikan warna merah-hijau dengan nilai a^* positif mengindikasikan kemerahan dan a^* negatif mengindikasikan kehijauan. Sedangkan b^* mendiskripsikan warna kuning-biru dengan nilai b^* positif mengindikasikan kekuningan dan b^* negatif mengindikasikan kebiruan ([Good, 2002](#)).

Ukuran kapsul

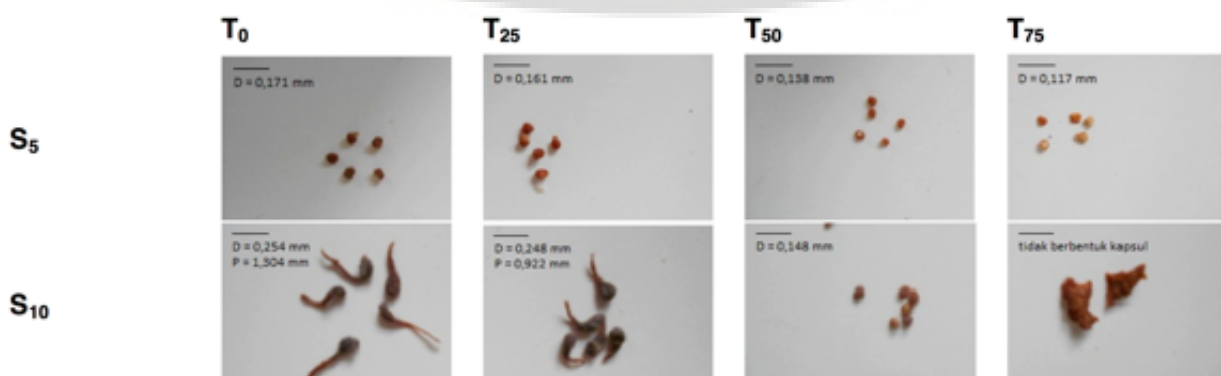
Sebanyak 10 kapsul diameternya diukur menggunakan alat jangka sorong. Ukuran rata-rata kapsul cabai merah dinyatakan sebagai rata-rata diameter volume dalam mm

Kadar air cabai merah terenkapsulasi

Kadar air partikel ditentukan secara gravimetri dengan pengeringan dalam oven pada suhu 100°C sampai berat konstan ([AOAC, 2006](#)). Botol timbang dioven selama 20 menit kemudian dieksikator 15 menit. Satu gram cabai merah terenkapsulasi dimasukkan ke dalam botol timbang dan dioven selama 24 jam. Selanjutnya dieksikator 15 menit dan ditimbang. Kadar air cabai merah terenkapsulasi dapat dihitung melalui perhitungan berat bahan sebelum dioven dikurangi dengan berat bahan setelah dioven dibagi dengan berat bahan sebelum dioven dikalikan seratus.

Kadar kapsaisin cabai merah terenkapsulasi

Kadar kapsaisin diukur dengan metode seperti yang digunakan oleh [Chattopadhyaya et al. \(1998\)](#). 0,25 g kapsul yang telah dibubukkan dilarutkan dalam 25 ml aseton kemudian disaring sehingga diperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh ditera dengan aquades hingga 50 ml. Kapsaisin yang berhasil terenkapsulasi dihitung dari kadar kapsaisin filtrat kapsul (K_E). Total



Gambar 1. Cabai merah terenkapsulasi dengan berbagai konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi dan konsentrasi suspensi

kapsaisin kapsul cabai merah (K_T) diukur dengan cara 0,1 g bubuk kapsul cabai merah dilarutkan dalam aseton maupun aquades dan ditera sampai 100 ml. 5 ml dari masing-masing larutan tersebut kemudian dianalisa dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 472 nm.

Kadar kapsaisin (mg/g) ditentukan melalui perhitungan pembagian antara $Abs \times 305,41 \times 10^3$ (mg/mol) $\times FP \times V \times 10^{-3}$ (L) dengan 185000 (L/cm.mol) $\times t$ (cm) \times berat sampel (g). V adalah volume pengambilan larutan dalam satu kali absorbansi = 5 ml, FP (K_T) adalah $[0,25/25] \times [25/50] = 1/200$ sehingga FP menjadi 200 kali, FP (K_E) adalah $[0,1/100] = 1/1000$ sehingga FP menjadi 1000 kali, W adalah berat sampel yaitu 0,25 gr, BM kapsaisin yaitu 305,41 g/mol, 185000 adalah koefisien molar aseton pada $\lambda=472$ nm (L/cm.mol), dan t adalah tinggi larutan yang terabsorbansi (1 cm)

Efisiensi enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi (EE) dihitung berdasarkan kadar kapsaisin terkapsulkan (K_E) per kadar total kapsaisin kapsul (K_T) dengan pelarut aseton (Yang et al., 2014). Efisiensi enkapsulasi (EE dalam %) dapat dihitung berdasarkan K_E dibagi K_T kali 100.

Loading capacity

Loading capacity (L) merupakan banyaknya kapsaisin kapsul cabai merah (K_T) per berat kapsul (W) (Yang et al., 2014). Loading capacity dapat dihitung dengan K_T dibagi W.

Hasil dan Pembahasan

Rendemen

Rendemen cabai merah terenkapsulasi dihitung berdasarkan berat kapsul cabai merah dari berat bahan dan air yang digunakan. Kontrol memiliki berat awal 5 gram untuk konsentrasi suspensi 5% (b/v) dan 10 gram untuk konsentrasi suspensi 10% (b/v). Pada kontrol dengan suspensi 5% (b/v) menghasilkan rendemen sebesar 74,91% dan kontrol dengan suspensi 10% (b/v) menghasilkan rendemen sebesar 75,29%. Data rendemen dapat dilihat pada Tabel 1. Rendemen terbanyak baik pada konsentrasi suspensi 5% dan 10% terletak pada konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi 75%. Data tersebut menunjukkan rendemen cabai merah terenkapsulasi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi. Perlakuan variasi konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi dan konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen kapsul cabai merah yang dihasilkan. Interaksi antar keduanya juga berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen kapsul cabai merah yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena tapioka terfotooksidasi memiliki pori-pori yang lebih kecil dari alginat. Pori-pori tapioka terfotooksidasi sebesar 5 μ m (Sangseethong, 2010) sedangkan alginat sebesar 2,25 mm (Huang et al., 2013). Ketika proses enkapsulasi, pori-pori besar pada alginat dapat tertutupi oleh pori-pori kecil dari tapioka terfotooksidasi. Dengan demikian

kapsul cabai merah yang dienkapsulasi menggunakan substitusi tapioka terfotooksidasi lebih mampu menahan bahan, sehingga rendemen yang dihasilkan meningkat. Sedangkan pada konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi 25% menghasilkan rendemen paling rendah. Hal ini dikarenakan tapioka terfotooksidasi memiliki indeks kelarutan dalam air yang lebih tinggi dibandingkan alginat (Palupi et al., 2013). Konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi 25% tidak mampu membentuk matriks dinding pengkapsul dengan baik karena jumlahnya sedikit sehingga lebih mudah larut dalam air.

Tabel 1. Rendemen cabai terenkapsulasi

Perlakuan	Rendemen (%)
Kontrol 1	74,91 ab
T ₂₅ S ₅	72,79 a
T ₅₀ S ₅	78,03 bc
T ₇₅ S ₅	80,58 cd
Kontrol 2	75,29 ab
T ₂₅ S ₁₀	75,24 ab
T ₅₀ S ₁₀	78,24 bc
T ₇₅ S ₁₀	80,41 cd

Tabel 2. Warna cabai terenkapsulasi

Perlakuan	Kecerahan (*L)	Kemerahan (*a)	Kekuningan (*b)
Kontrol 1	32,73 a	6,13 b	16,23 ab
T ₂₅ S ₅	33,03 a	8,53 c	17,60 b
T ₅₀ S ₅	33,83 a	9,30 cd	18,40 c
T ₇₅ S ₅	34,17 a	12,1 d	22,00 a
Kontrol 2	33,97 a	5,33 a	16,53 ab
T ₂₅ S ₁₀	34,53 ab	5,07 a	16,97 ab
T ₅₀ S ₁₀	34,30 a	7,17 b	18,00 bc
T ₇₅ S ₁₀	34,27 a	7,67 b	18,27 bc

Suspensi cabai merah sebesar 5% dan 10% menghasilkan rendemen yang berbeda. Rendemen kapsul cabai merah dengan konsentrasi suspensi 10% lebih tinggi daripada suspensi 5%. Hal ini disebabkan oleh berat bahan awal yang digunakan berbeda, pada suspensi 5% sebesar 5 gram sedangkan suspensi 10% sebesar 10 gram dimana air yang digunakan sama yaitu 100 ml.

Warna

Warna cabai merah terenkapsulasi dapat dilihat pada Tabel 2. Data tersebut menampilkan penambahan konsentrasi tapioka terfotooksidasi dapat meningkatkan tingkat kecerahan dan tingkat kemerahan pada kapsul cabai merah. Pemberian perlakuan oksidasi dari gugus OH pada tapioka menghasilkan karbonil dan karboksil yang dapat menyebabkan tapioka teroksidasi menjadi jernih dan menghasilkan pasta yang transparan (Wiadyani, 2011 dan Palupi, 2011). Selain itu Rutenberg et al. (1984) melaporkan bahwa oksidasi pada pati dapat meningkatkan derajat putih pati. Oleh karena itu penambahan konsentrasi tapioka terfotooksidasi menyebabkan peningkatan kecerahan kapsul cabai merah. Namun pada Tabel 2. menunjukkan peningkatan tingkat kecerahan cabai

merah terenkapsulasi dengan variasi konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi berpengaruh tidak nyata.

Tingkat warna merah pada kapsul cabai merah dapat diartikan sebagai jumlah bubuk cabai merah yang berhasil dikapsulkan. Dimana cabai merah yg digunakan memiliki warna alami merah.

Perlakuan konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi dan konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata, namun interaksi antar keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat kemerahan kapsul cabai merah yang dihasilkan. Peningkatan warna merah kapsul menunjukkan kemampuan tapioka terfotooksidasi dalam menahan bubuk cabai merah. Seperti yang disebutkan di awal bahwa pori-pori tapioka terfotooksidasi lebih kecil daripada alginat. Dengan demikian penambahan tapioka terfotooksidasi mampu meng kapsulkan lebih banyak bubuk cabai yang terkapsulkan.

Perlakuan konsentrasi tapioka terfotooksidasi berpengaruh tidak nyata, namun variasi konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat kecerahan kapsul cabai merah yang dihasilkan. Sedangkan interaksi antar keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat kecerahan kapsul cabai merah.

Perbedaan suspensi mempengaruhi tingkat kecerahan kapsul cabai merah yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar padatan suatu larutan, maka warna akan banyak yang terserap daripada diteruskan sehingga warna akan terlihat pekat (Maryanto *et al.*, 2005). Dengan demikian kapsul cabai merah pada konsentrasi suspensi 10% lebih gelap daripada 5%. Hal ini dapat dilihat dari tingkat kecerahan kapsul suspensi 5% lebih tinggi daripada suspensi 10%.

Ukuran kapsul cabai merah

Ukuran kapsul cabai merah dapat dilihat pada Tabel 3. Penambahan tapioka terfotooksidasi sebagai substitusi alginat dapat menurunkan ukuran kapsul cabai merah. Hal ini disebabkan karakteristik tapioka terfotooksidasi memiliki indeks kelarutan dalam air sebesar 5,22% sedangkan alginat cenderung menyerap air (Palupi *et al.*, 2013). Oleh karena itu pada saat pembuatan suspensi, tapioka terfotooksidasi cenderung larut dalam air daripada membentuk matriks dengan alginat dan kapsul yang dihasilkan lebih kecil. Kemampuan alginat membentuk matriks *egg box* membuat kapsul yang dihasilkan lebih kokoh (Rokka *et al.*, 2010). Dengan demikian semakin tinggi konsentrasi tapioka terfotooksidasi yang disubstitusikan artinya konsentrasi alginat lebih rendah, menyebabkan matriks kapsul cabai merah kurang kokoh. Pada penelitian lainnya, Cordoba *et al.* (2013) yang menyebutkan bahwa ukuran kapsul antioksidan *yerbamate* semakin kecil dengan adanya penambahan pati. Kapsul yang menggunakan kalsium alginat memiliki ukuran 3,88 mm namun ukuran kapsul yang menggunakan penambahan pati (kalsium alginat-pati) semakin kecil yaitu 3,69 mm.

Ukuran diameter pada penelitian ini sesuai dengan pernyataan Vasishtha (2002) yang

menyebutkan rata-rata ukuran kapsul yang dihasilkan dengan metode *coacervation* sebesar 0,0001 – 0,5 mm. Pada konsentrasi suspensi 5% cabai merah terenkapsulasi berukuran sebesar 0,117 – 0,171 mm dan pada suspensi 10% sebesar 0,148 – 0,254 mm. Ukuran kapsul cabai merah pada suspensi 10% lebih besar daripada suspensi 5%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi suspensi enkapsulasi, maka ukuran kapsul yang dihasilkan semakin besar. Nori *et al.* (2011) meng kapsulkan antioksidan *yerbamate* dengan metode *coacervation* dengan konsentrasi suspensi 2,5% dan 5%. Pada konsentrasi suspensi 2,5% ukuran kapsul yang dihasilkan 10 – 20 μm sedangkan pada suspensi 5% lebih besar yaitu sebesar 20 – 30 μm .

Terdapat hal yang menarik dari kapsul cabai merah yang dihasilkan dimana konsentrasi suspensi 10% memiliki bentuk kapsul yang memanjang menyerupai ekor yaitu pada kapsul T₀S₁₀ dan T₂₅S₁₀ (Gambar 1). Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi suspensi yang digunakan artinya bahan awal yang digunakan lebih banyak. Alginat yang cenderung menyerap air akan semakin kental sehingga konsentrasi suspensi 10% akan lebih kental daripada suspensi 5%. Semakin tinggi konsentrasi suspensi maka keluarnya suspensi dari *syringe* semakin sulit sehingga hasil kapsul memanjang. Pada T₇₅S₁₀ tidak berbentuk kapsul karena rasio konsentrasi tapioka lebih banyak daripada alginat (Gambar 1). Sifat tapioka terfotooksidasi yang dapat larut dalam air menyebabkan tapioka terfotooksidasi cenderung larut dalam air dan tidak membentuk matriks dengan alginat.

Kadar Air Kapsul Cabai

Berdasarkan Tabel 4 penambahan tapioka terfotooksidasi dapat menurunkan kadar air kapsul cabai merah. Perlakuan konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi dan konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air kapsul cabai merah yang dihasilkan. Interaksi antar keduanya juga berpengaruh sangat nyata terhadap kapsul cabai merah yang dihasilkan.

Tabel 3. Ukuran kapsul cabai terenkapsulasi

Perlakuan	Ukuran kapsul (mm)	
	Diameter	Panjang ekor
Kontrol 1	0,171	-
T ₂₅ S ₅	0,161	-
T ₅₀ S ₅	0,138	-
T ₇₅ S ₅	0,117	-
Kontrol 2	0,254	1,3035
T ₂₅ S ₁₀	0,248	0,922
T ₅₀ S ₁₀	0,148	-
T ₇₅ S ₁₀	tidak berbentuk kapsul	-

Menurunnya kadar air kapsul seiring dengan penambahan tapioka terfotooksidasi disebabkan kadar air tapioka terfotooksidasi (12,47%) lebih kecil bila dibandingkan dengan alginat (17,33%). Hal ini dikarenakan kemampuan tapioka terfotooksidasi dalam menahan air lebih rendah daripada alginat (8,747 g/g <

9,703 g/g) (Palupi *et al.*, 2013). Pada penelitian lain, Donthidi *et al.* (2010) melaporkan bahwa kadar air pada kapsulnya berkisar 11,11%–16,61%. Penelitian mereka mengkapsulkan bakteri probiotik dengan teknik *freeze drying* yang menggunakan lesitin, pati, dan alginat sebagai dinding pengkapsulnya.

Suspensi 5% (Tabel 4) menghasilkan kapsul cabai merah yang memiliki kadar air lebih rendah daripada 10%. Pada suspensi 5% kadar air kapsul cabai merah berkisar 18,53%–20,61% sedangkan pada suspensi 10% sebesar 18,92%–21,83%. Hal ini dikarenakan bahan awal yang digunakan juga berbeda dimana pada suspensi 5% menggunakan 5 gram bahan sedangkan suspensi 10% menggunakan 10 gram bahan. Dari semua bahan yang disuspensikan, bahan yang paling kuat menahan air adalah alginat sehingga semakin banyak alginat yang digunakan air yang tertahan semakin banyak. Hal ini yang menyebabkan kadar air kapsul cabai merah pada suspensi 10% lebih tinggi.

Kadar Kapsaisin

Pada penelitian ini kadar kapsaisin diperoleh dari filtrat kapsul cabai merah. Kadar kapsaisin yang didapat dari filtrat merupakan kapsaisin yang berhasil dikapsulkan sedangkan total kapsaisin merupakan total kapsaisin yang terdapat pada kapsul cabai merah.

Pada Tabel 5 perlakuan konsentrasi tapioka terfotooksidasi dan konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar kapsaisin yang berhasil dikapsulkan. Interaksi antar keduanya juga berpengaruh sangat nyata terhadap kadar kapsaisin yang dikapsulkan.

Tabel 4. Kadar air cabai terenkapsulasi

Perlakuan	Kadar air (%)
Kontrol 1	20,61 cd
T ₂₅ S ₅	19,82 bc
T ₅₀ S ₅	19,32 ab
T ₇₅ S ₅	18,53 a
Kontrol 2	21,83 d
T ₂₅ S ₁₀	20,57 c
T ₅₀ S ₁₀	19,52 b
T ₇₅ S ₁₀	18,92 a

Tabel 5. Kadar kapsaisin cabai terenkapsulasi

Perlakuan	K _E (mg/g)	K _T (µg/g)
Kontrol 1	0,740 d	2,559 c
T ₂₅ S ₅	0,508 ab	2,064 ab
T ₅₀ S ₅	0,482 a	1,651 a
T ₇₅ S ₅	0,581 c	2,284 b
Kontrol 2	0,803 d	3,577 d
T ₂₅ S ₁₀	0,555 bc	2,559 c
T ₅₀ S ₁₀	0,508 ab	2,229 ab
T ₇₅ S ₁₀	0,715 cd	3,247 cd

Keterangan : K_E = kapsaisin yang terenkapsulasi dan K_T = total kapsaisi

Penambahan substitusi tapioka terfotooksidasi mampu mengkapsulkan kapsaisin lebih banyak. Hal ini

disebabkan pori-pori tapioka terfotooksidasi lebih kecil daripada alginat. Ukuran pori-pori tapioka teroksidasi adalah 5 µm (Sangseethong, 2010) sedangkan alginat sebesar 2,25 mm (Huang *et al.*, 2013). Pori-pori besar pada alginat dapat tertutupi oleh pori-pori tapioka teroksidasi yang lebih kecil. Dengan demikian penggunaan substitusi tapioka terfotooksidasi mampu menahan kapsaisin lebih banyak. Namun penambahan tapioka terfotooksidasi sebesar 50% baik pada suspensi 5% maupun 10% tidak mampu menahan kapsaisin lebih banyak (Tabel 5). Hal ini dikarenakan dengan konsentrasi tersebut tapioka terfotooksidasi dan alginat tidak mampu membentuk matriks pengkapsul dengan baik. Pada suspensi 5% memiliki kadar kapsaisin yang lebih rendah daripada suspensi 10%. Hal ini dikarenakan jumlah bubuk cabai merah yang dikapsulkan berbeda. Pada suspensi 5% bubuk cabai merah yang ditambahkan sebesar 1 gram, sedangkan pada suspensi 10% sebesar 2 gram.

Pada Tabel 5 juga menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi tapioka terfotooksidasi dan konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata terhadap total kapsaisin yang berhasil dikapsulkan. Namun interaksi antar keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap total kapsaisin yang dikapsulkan.

Tabel 6. Efisiensi enkapsulasi cabai merah

Perlakuan	Efisiensi enkapsulasi (%)
Kontrol 1	28,926 d
T ₂₅ S ₅	24,670 b
T ₅₀ S ₅	29,409 d
T ₇₅ S ₅	25,453 c
Kontrol 2	22,481 a
T ₂₅ S ₁₀	21,687 a
T ₅₀ S ₁₀	22,832 a
T ₇₅ S ₁₀	22,036 a

Tabel 7. Loading capacity cabai terenkapsulasi

Perlakuan	Loading capacity (mg/g)
Kontrol 1	25,588 c
T ₂₅ S ₅	20,636 ab
T ₅₀ S ₅	16,509 a
T ₇₅ S ₅	22,837 b
Kontrol 2	35,769 d
T ₂₅ S ₁₀	25,588 c
T ₅₀ S ₁₀	22,287 ab
T ₇₅ S ₁₀	32,467 cd

Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi merupakan banyak zat aktif yang terperangkap dari total zat aktif pada kapsul (Carneiro *et al.*, 2012; Frascareli *et al.*, 2012; Nori *et al.*, 2011). Jadi banyak sedikitnya total kapsaisin yang terdapat pada kapsul tidak memengaruhi efisiensi enkapsulasi, namun yang mempengaruhi adalah banyaknya kapsaisin yang terkapsulkan. Perlakuan konsentrasi tapioka terfotooksidasi berpengaruh nyata terhadap efisiensi enkapsulasi cabai merah dan konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata terhadap efisiensi enkapsulasi cabai merah. Namun interaksi antar keduanya berpengaruh tidak nyata

terhadap efisiensi enkapsulasi cabai merah. Jumlah kapsaisin yang terdapat dalam kapsul semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi. Hal ini berkaitan dengan ukuran pori-pori yang dimiliki tapioka terfotooksidasi lebih kecil daripada alginat. Keberadaan tapioka terfotooksidasi dapat menutupi pori – pori alginat yang lebih besar sehingga mampu menahan kapsaisin lebih banyak. Pada penelitian lain, [Cordoba et al. \(2013\)](#) melaporkan bahwa efisiensi enkapsulasi semakin meningkat seiring dengan ditambahkan pati jagung sebagai pen substitusi alginat.

Pada konsentrasi suspensi yang lebih tinggi, kapsul cabai merah kurang mampu menahan kapsaisin. Hal ini dapat dilihat dari efisiensi enkapsulasi pada suspensi 5% lebih tinggi daripada 10%. Sampel T₂₅S₅ memiliki efisiensi enkapsulasi sebesar 24,670% sedangkan T₂₅S₁₀ 21,687%. Peneliti lain ([Jafari et al., 2008](#); [Soottitantawat et al., 2005](#); [Liu et al., 2001](#)) menyebutkan penggunaan suspensi rendah akan menghasilkan efisiensi enkapsulasi yang tinggi untuk mengkapsulkan minyak dan flavor.

Loading Capacity

Loading capacity dalam penelitian ini mengacu pada kemampuan release kapsul cabai merah dilihat dari jumlah kapsaisin yang terlarut. Tabel 7 menunjukkan dengan perlakuan konsentrasi tapioka terfotooksidasi dan konsentrasi suspensi berpengaruh sangat nyata terhadap *loading capacity* cabai merah terekapsulasi. Namun interaksi antar keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap *loading capacity* cabai merah terekapsulasi.

Loading capacity pada suspensi 5%, substitusi tapioka terfotooksidasi 50% menunjukkan kadar kapsaisin paling rendah. Rendahnya *loading capacity* tersebut berkaitan dengan jumlah kapsaisin yang berhasil dikapsulkan juga rendah (Tabel 5). Kadar kapsaisin yang berhasil dikapsulkan dengan substitusi tapioka terfotooksidasi 50% adalah 0,482 mg/g. Meski kadar kapsaisinnya paling rendah namun mampu menghasilkan efisiensi enkapsulasi paling tinggi yaitu sebesar 29,409% (Tabel 6). Efisiensi enkapsulasi yang tinggi menghasilkan *Loading capacity* yang rendah (Tabel 7).

Suspensi yang berbeda menghasilkan *loading capacity* yang berbeda pula. Kapsul cabai merah dengan suspensi 5% memiliki nilai *loading capacity* yang lebih rendah daripada suspensi 10%. Hal ini disebabkan jumlah bahan yang digunakan berbeda sehingga menghasilkan *loading capacity* yang berbeda pula. pada konsentrasi suspensi 5% bahan yang digunakan 5 gram/100 ml sedangkan konsentrasi suspensi 10% sebanyak 10 gram/100 ml.

Kesimpulan

Peningkatan konsentrasi suspensi kapsul cabai merah menyebabkan peningkatan rendemen, kadar air, dan *loading capacity*, namun efisiensi enkapsulasinya menurun. Semakin tinggi konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi terhadap alginat maka nilai rendemen

semakin meningkat, namun kadar air dan ukuran kapsul semakin menurun. Hal menarik ditemukan pada efisiensi enkapsulasi dan *loading capacity* dimana pada konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi sebesar 50%, nilai efisiensi enkapsulasinya tinggi, namun sebaliknya *loading capacity*nya rendah. Berdasarkan nilai efisiensi enkapsulasi maka konsentrasi yang tepat untuk membuat kapsul cabai merah adalah konsentrasi suspensi 5% dengan konsentrasi substitusi tapioka terfotooksidasi sebesar 50%.

Daftar Pustaka

- AOAC. 2006. Official methods of analysis (18th ed.). Association of official analytical chemist, Gaithersburg, Maryland.
- Barbosa C.G.V., Ortega E., Juliano P. dan Yan H. 2005 Food Powders: Physical Properties, Processing, and Functionality. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- Borges, R.M. 2001. Why are chillies pungent?. *Journal of Biosciences* 26(3), 289–291.
- Carneiro, H.C.F., Tonon, R.V., Grosso, C.R.F. dan Hubinger, M.D. 2012. Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall material. *Journal of Food Engineering*.
- Chattopadhyaya, S., Singhal, R.S. dan Kulkarni, P.R. 1998. Oxidised starch as gum arabic substitute for encapsulation of flavours. *Carbohydrate Polymers*, 37, 143-144.
- Chan, E.-S., Yim, Z.-H., Phan, S.-H., Mansa, R. F., & Ravindra, P. 2010. Encapsulation of herbal aqueous extract through absorption with calcium alginate hydrogel beads. *Food and Bioprocess Processing*, 88(2-3), 195–201.
- Cordoba, A.L., Deladino, L. dan Martino, M. 2013. Effect of starch filler on calcium-alginate hydrogels loaded with yerba mate antioxidants. *Carbohydrate Polymers*, 95, 315-323.
- Donthidi, A.R., Tester, R.F. dan Aidoo, K.E. 2010. Effect of lechitin and starch on alginate-encapsulated probiotic bacteria. *Journal of Microencapsulation*, 27(1), 67-77.
- Dumoulin, Y., Alex, S., Szabo, P., Cartilier, L., dan Mateescu, M. A. 1998 Cross-linked amylose as matrix for drug controlled release. X-ray and FT-IR structural analysis. *Carbohydrate Polymers*, 37 (4), 361–370.
- Fiedorowicz, M., Tomasick, P., dan Lim, S. T. 1999. Molecular distribution and pasting properties of UV irradiated corn starches. *Starch*, 51, 126–131.
- Frascareli, E.C., Silva, V.M., Tonon, R.V. dan Hubinger, M.D. 2012. Effect of process conditions on the microencapsulation of coffee oil by spray drying. *Food and Bioprocess Processing*, 90, 413-424.
- Good, H. 2002. Measurement of colour in cereal products. *Cereal Food World*, 4, 5-6.
- Huang, K., Lin, Y., Chang, W., Wang., & Yang, C. 2013. A facile fabrication of alginate microbubbles using a gas foaming reaction. *Molecules*, 18, 9594-

- 9602.
- Jafari, S.M., Assadpoor, E., Bhandari, B., He, Y. 2008. Nano particle encapsulation of fish oil by spray drying. *Food Research International*, 41(2), 172-183
- Ito, K., Nakazato T., dan Yamato K. 2004. Induction of Apoptosis in Leukemic Cells by Homovanillic Acid Derivative, Capsaicin, through Oxidative Stress: Implication of Phosphorylation of p53 at Ser-15 Residue by Reactive Oxygen Species, *Cancer Research*, 64 (3): 1071–1078.
- Kaushik, V., dan Yrjo H. Roos., Y. H. 2006. Limonene encapsulation in freeze-drying of gum arabic–sucrose–gelatin systems. *LWT* 40 (2007) 1381–1391.
- Liu, X.D., Atarashi, T., Furuta, T., Yoshii, H., Aishima, S., Ohkawara, M., Linko, P. 2001. Microencapsulation of emulsified hydrophobic flavors by spray drying. *Drying Technology*, 19(7), 1361-1374.
- Maryanto, dan Yuwanti, S. 2005. Buku Ajar Mata Kuliah Sifat Fisik Pangan dan Hasil Pertanian Jember. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. UNEJ.
- Mori, A., Lehmann S., dan O'Kelly J. 2006. Capsaicin, a Component of Red Peppers, Inhibits the Growth of Androgen-Independent, p53 Mutant Prostate Cancer Cells, *Cancer Research*, 66 (6): 3222–3229.
- Nori, M. P., Trindade, C. S., Alencar, S. M., Thomazini, M., Balieiro, J. C., dan Castillo, C. J. 2011. Microencapsulation of propolis extract by complex coacervation. *LWT-Food Science and Technology*, 44, 429 – 435
- Palupi, N.W. 2011. Pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida dan lama penyinaran UV-C terhadap tingkat oksidasi dan pengembangan pati kasava pada proses pemanggangan. Thesis tidak dipublikasikan. Universitas Gadjah Mada.
- Palupi, N.W., Hasanah, U. dan Setiadi, P.K.J. 2013. Perbandingan karakteristik tapioka terfotooksidasi dan teroksidasi dengan alginat. Jurnal belum dipublikasikan.
- Razavi, R., Chan Y., Afifiyan F. N., Liu X. J., Wan X., dan Yantha J., 2006, TRPV1+Sensory Neurons Control Beta Cell Stress and Islet Inflammation in Autoimmune Diabetes, Toronto, Canada, *Cell*. 15;127(6):1123-35.
- Rokka, S. dan Rantamaki, P. 2010. Protecting probiotic bacteria by microencapsulation: Challenges for industrial applications. *Eur. Food Res. Technol.*, 231: 1-12.
- Rutenberg, M.W. & Solarek, D. 1984. Starch derivatives : Production and Uses. Dalam R.L. Whistler, J.N. BeMiller, & E.F. Paschall (Eds.) *Starch Chemistry and Technology* : 311-323. New York : Academic Press.
- Sangseethong, K., Termvejsayanon, N. dan Klanarong, S. 2010. Characterization of physicochemical properties of hypochlorite- and peroxide-oxidized cassava starches. *Carbohydrate Polymers*, 82, 446-453.
- Sootitiantawat, A., Bigeard, F., Yoshi, H., Furuta, T., Ohkawara, M., Linko, P. 2005. Influence of emulsion and powder size on stability of encapsulated D-limonene by spray drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6(1), 107-114.
- Vasishtha, N. 2002. *Microencapsulation*. Southwest Research Institute™, San Antonio, TX.
- Wenten, I.G., Martin, S. dan Setyo, W. 2004. Ultrafiltrasi Ekstrak Rumput Laut (Alginat). C.90.3.14. Institut Teknologi Bandung.
- Wiadyani, A.A.I.S. 2011. Modifikasi Pati Kasava dengan Oksidasi dan Asidifikasi untuk Meningkatkan Pengembangan pada Baking. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Yang, Z., Peng, Z., Li, J., Li, S., Kong, L., Li, P. dan Wang, Q. 2014. Development and evaluation of novel flavour microcapsules containing vanilla oil using complex coacervation approach. *Food Chemistry*, 145, 272-277.