
PENGARUH KONSENTRASI Natrium Alginat DAN KALSIUM KLORIDA TERHADAP HASIL RESTRUKTURISASI BUAH STROBERI (*FRAGARIA VESCA L.*)

Lydia Ninan Lestario*

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana

*)Correspondence email: nlestario@gmail.com

Anggi Elvita Dewi

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

Cucun Alep Riyanto

Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi natrium alginat dan kalsium klorida ($CaCl_2$) terhadap hasil restrukturisasi buah stroberi dan menentukan formulasi terbaik ditinjau dari penambahan berbagai konsentrasi natrium alginat dan ($CaCl_2$) berdasarkan kadar antosianin, aktivitas antioksidan, kadar air, kadar serat, dan pH. Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan Rancangan Perlakuan Faktorial 3×3 dengan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi konsentrasi natrium alginat akan menurunkan kadar antosianin, aktivitas antioksidan, kadar air, dan menaikkan kadar serat serta pH. Sedangkan semakin tinggi konsentrasi $CaCl_2$ akan menurunkan kadar antosianin, aktivitas antioksidan, kadar air, dan pH. Konsentrasi natrium alginat : $CaCl_2$ terbaik berdasarkan kadar antosianin dan aktivitas antioksidan terbaik diperoleh pada 2%:0,5% yaitu berturut-turut sebesar $93,21 \pm 6,03$ mg/100 g berat kering dan $42,56 \pm 5,93$ %. Kadar air pada 4%:1% sebesar $70,84 \pm 0,72\%$, kadar serat pada 4%:0,75% sebesar $1,35 \pm 0,093\%$, dan pH pada 2%:1% sebesar $3,50 \pm 0,17$.

Kata Kunci : antosianin, kalsium klorida, natrium alginat, restrukturisasi, stroberi.

I. PENDAHULUAN

Stroberi merupakan buah yang sudah sangat dikenal oleh masyarakat Indonesia. Walaupun bukan tanaman asli Indonesia, namun sudah banyak dibudidayakan di Indonesia [1]. Buah ini banyak diminati masyarakat dari berbagai usia mulai dari anak-anak, dewasa, hingga usia lanjut, baik dikonsumsi sebagai buah segar maupun diolah menjadi aneka produk makanan seperti selai, sirup, dodol, manisan, jus dan es krim [2][1] dan [3].

Stroberi memiliki kandungan gizi vitamin C, B5, B6, K, mangan, asam folat, kalium, riboflavin, tembaga, magnesium, dan asam lemak omega 3 [4]. Buah ini mengandung antosianin sebesar 44,4 mg/100 g [5]. Jenis antosianin yang paling dominan adalah pelargonidin3-glukosida (77-90% dari total antosianin), pelargonidin3-rutinosida (6-11%), dan sianidin3-glukosida (3-10%) [6]. Jenis antosianin lain yang juga terdapat pada stroberi di antaranya adalah pelargonidin 3-asetilglukosida, sianidin 3-rutinosida, dan sianidin-3-malonildiglukosida [7]. Buah stroberi memiliki kelemahan yaitu masa simpannya yang pendek.

Pengolahan buah stroberi menjadi produk makanan yang memiliki umur simpan lebih panjang sudah banyak dilakukan, di antaranya adalah selai, manisan, sirup, maupun dodol. Proses olahan tersebut umumnya menggunakan pemanasan yang dapat merusak vitamin C dan antosianin, sehingga aktivitas antioksidannya menurun. Selain pemanasan, pada olahan selai, sirup, dan dodol juga memerlukan banyak penambahan gula sehingga kurang baik dikonsumsi oleh penderita diabetes. Cara lain yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan buah stroberi adalah dengan teknik restrukturisasi.

Restrukturisasi adalah suatu teknik fisik dan kimia untuk membentuk kembali struktur suatu bahan makanan dengan bantuan bahan pengikat yang *food grade*, sehingga diperoleh produk yang dapat disimpan lebih lama, dengan kandungan gizi dan aktivitas antioksidan yang tidak menurun [8]. Salah satu contoh sistem gel sebagai bahan pengikat yang terbentuk secara kimiawi (non-termal) adalah kombinasi alginat dengan ion kalsium (Kaletunc *et al.*, 1990; Nussinovitsch *et al.*, 1991; Mancini and McHugh, 2000) dalam [9]. Teknik restrukturisasi buah dapat dilakukan dengan menggunakan natrium alginat dengan kalsium laktat maupun kalsium klorida (Raharjo dan Utama, 2002)[9]. Metode restrukturisasi pernah dilakukan pada buah duwet [8], sirsak [10], mangga, sawo, alpukat, dan nangka [9] dengan berbagai variasi konsentrasi alginat dan konsentrasi ion kalsium.

Antosianin adalah salah satu senyawa dalam buah stroberi yang berperan sebagai antioksidan, yaitu senyawa yang dapat mencegah oksidasi atau menetralkan radikal bebas, seperti mencegah oksidasi LDL sehingga mengurangi risiko penyakit jantung koroner [8]. Teknik restrukturisasi yang dilakukan oleh Herawati *et al.*, (2016)[8] terhadap buah duwet menyebabkan terjadinya beberapa perubahan dalam produk jika dibandingkan dengan buah segar, diantaranya kadar antosianin, dan aktivitas antioksidan yang menurun karena terikatnya antosianin pada kalsium alginat yang ditambahkan.

Kelebihan dari teknik restrukturisasi antara lain adalah presentase buah dalam produk sangat tinggi, mencapai 99%, dapat disimpan selama 5-7 hari, tetap menonjolkan rasa asli buah dengan nilai gizi yang tidak banyak menurun [8]. Sedangkan berdasarkan penelitian mengenai teknik restrukturisasi buah alpukat, menunjukkan bahwa teknik

restrukturisasi yang diterapkan mampu menghasilkan produk yang memiliki kestabilan pH, tekstur, rasa, dan aroma selama 3 bulan penyimpanan beku (-15°C) namun flavor dari produk tersebut kurang disukai oleh panelis [9].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan beberapa konsentrasi natrium alginat dan kalsium klorida (CaCl₂) terhadap kualitas restrukturisasi buah stroberi dan menentukan formulasi terbaik ditinjau dari kadar antosianin, aktivitas antioksidan, kadar air, kadar serat, dan pH.

II. METODE DAN PROSEDUR

Bahan

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah CH₃OH, HCl untuk mengekstrak antosianin, CaCl₂ untuk restrukturisasi, H₂SO₄ 0,255 N, NaOH 0,313 N untuk mengukur kadar serat, buffer pH 1 (HCl-KCl), buffer pH 4,5 (asam sitrat-natrium sitrat) untuk mengukur kadar antosianin (Merck, Germany); Bahan kimia lain adalah 1,1-diphenyl-2-pycrylhydrazil (Sigma, USA) untuk mengukur aktivitas antioksidan, etanol 95% (teknis), natrium alginat (teknis) untuk restrukturisasi. Bahan baku adalah buah stroberi, bahan tambahan adalah gula pasir yang diperoleh dari pasar swalayan di Salatiga.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: spektrofotometer UV-VIS (Mini Shimadzu, 1240) untuk mengukur absorbansi, alat gelas, neraca analitik dengan ketelitian 0,01 g (Ohaus, TAJ602) untuk menimbang bahan kimia, neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg (Ohaus pioneer, PA214) untuk menimbang bahan yang bukan bahan kimia seperti buah dan gula pasir, *mixer* (Philips, HR1538), *blender* (Cosmos CB-190) untuk mencapur bahan-bahan pada saat membuat resstruktrurisasi buah, pH meter (Hanna Instrument 9812) untuk mengukur pH, *moisture analyzer* (Ohaus, MB25) untuk mengukur kadar air.

Penyiapan Ekstrak Buah [12]

Sebanyak 1,00 g buah segar (atau 2,50 g untuk produk restrukturisasi) yang telah dihaluskan dimaserasi dalam 10 mL metanol-HCl 1% (v/v) pada suhu 4°C selama semalam, kemudian disaring dengan kertas saring. Ampas yang masih berwarna keunguan diekstrak lagi dengan 1×10 dan 1×5 mL metanol-HCl 1% selama masing-masing 30 menit, filtrat disatukan, dan volume ditepatkan menjadi 25 mL. (Untuk pengukuran aktivitas antioksidan buah segar dan produk restrukturisasi serta kadar antosianin produk restrukturisasi digunakan metanol-HCl 0,1%),

Restrukturisasi Bubur Buah [13]

Buah stroberi dibersihkan dan daging buahnya dihaluskan menggunakan *mixer* hingga diperoleh bubur buah, kemudian ditambah gula sebanyak 18% dari berat buah, lalu dihomogenkan dengan *mixer*. Setelah itu, ditambah dengan Na Alginat dengan

konsentasi 2%, 3%, dan 4%, pada setiap konsentrasi alginat, ditambahkan CaCl_2 dengan konsentrasi 0,5%; 0,75%; dan 1%. Natrium Alginat ditambahkan ke dalam 50,00 g bubur buah stroberi lalu dihomogenkan dengan *mixer* selama 5 menit. Kemudian, masih dalam keadaan *dimixer* ditambahkan gula sebanyak 18% (b/b) dan *dimixer* selama 1 menit. Kalsium klorida (0,5%; 0,75%; 1%) dimasukkan ke dalam campuran yang masih kondisi *dimixer* selama 15 detik. Setelah itu campuran dimasukkan ke wadah-wadah plastik, ditutup lalu disimpan pada suhu 4°C selama 18-20 jam. Hasil restrukturisasi dilakukan analisa kadar air, kadar serat, pH, kadar antosianin, aktivitas antioksidan dengan cara yang sama seperti pengukuran pada buah segar.

Pengukuran Kadar Antosianin [14]

Pengukuran kadar antosianin dilakukan dengan metode perbedaan pH. Ekstrak buah ditambah dengan buffer pH 1 dan pH 4,5, kemudian diukur absorbansinya pada 510 nm dan 700 nm. Konsentrasi antosianin dihitung mengikuti Hukum Lambert-Beer.

$$A = [(A_{510} - A_{700})_{\text{pH}1} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}4,5}]$$

$$A = \varepsilon b c$$

Keterangan: ε = koefisien ekstingsi molar sianidin-3-glukosida, yaitu $29.600 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
 b = lebar kuvet, yaitu 1 cm
 c = konsentrasi antosianin (mol/L)

Pengukuran Aktivitas Antioksidan dengan metode penangkapan radikal bebas dengan DPPH [15]

Sebanyak 2 mL DPPH 0,2 mM dalam metanol ditambah dengan 0,1 mL ekstrak buah, lalu diencerkan dengan metanol sampai 3 mL, kemudian didiamkan selama 30 menit, dibuat juga blanko dengan cara yang sama tetapi ekstrak buah diganti dengan metanol. Kemudian diukur absorbansinya pada $\lambda=517 \text{ nm}$. Aktivitas antioksidan dihitung dengan membandingkan absorbansi sampel dengan blanko, dengan rumus :

$$\text{Aktivitas Antioksidan (\%)} = \left\{ 1 - \left(\frac{A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \right) \right\} \times 100\%$$

Pengukuran Kadar Air

Pengukuran kadar air buah dilakukan dengan menggunakan *moisture analyzer* (Ohaus MB25).

Pengukuran Kadar Serat (AOAC, 1995) [21]

Sebanyak 1,00 g hancuran buah ditambah dengan 50 mL H_2SO_4 0,255 N kemudian direfluks selama 30 menit. Suspensi yang diperoleh disaring dengan kertas saring dan residu yang diperoleh dicuci dengan air mendidih hingga tidak bersifat asam lagi (diuji dengan kertas lakkmus). Semua residu dipindahkan ke dalam erlenmeyer, lalu ditambah dengan 50 mL NaOH 0,313 N mendidih, kemudian direfluks kembali selama 30 menit.

Setelah itu disaring sambil dicuci dengan 25 mL etanol 90%, kemudian residu yang diperoleh dikeringkan pada 110°C lalu ditimbang. Serat kasar dihitung dengan rumus:

$$\text{Serat kasar} = \frac{(berat\ kertas\ saring+residu)-berat\ kertas\ saring}{berat\ sampel\ mula-mula} \times 100\%$$

Analisa Data [16]

Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan Rancangan Faktorial 3x3 dengan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi alginat, terdiri dari 3 aras, yaitu: 2%, 3%, dan 4%, faktor kedua adalah konsentrasi CaCl_2 , terdiri dari 3 aras, yaitu 0,5%; 0,75%; dan 1%. Sebagai kelompok adalah waktu analisis. Rataan antar perlakuan diuji BNJ (Beda Nyata Jujur) dengan tingkat kebermaknaan 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Antosianin

Hasil uji kadar antosianin restrukturisasi buah stroberi dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **2**. Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar antosianin restrukturisasi buah stroberi berkisar antara 21,11-23,07 mg/100 g. Data menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi alginat, kandungan antosianin produk makin menurun, pada semua konsentrasi CaCl_2 . Data juga menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi CaCl_2 , kadar antosianin makin menurun pada semua konsentrasi alginat. Oleh sebab itu, dapat diperkirakan bahwa kadar antosianin tertinggi dijumpai pada konsentrasi alginat terendah dan konsentrasi CaCl_2 terendah, yaitu 23,07%; sedangkan kadar antosianin terendah dijumpai pada konsentrasi alginat tertinggi dan konsentrasi CaCl_2 tertinggi, yaitu 21,11%.

Tabel 1. Kadar Antosianin Restrukturisasi Buah Stroberi (mg/100 g BB)

Konsentrasi CaCl_2 (% b/b)	Hasil Restrukturisasi			Buah Segar mg/100 g BB	
	Konsentrasi Alginat (% b/b)				
	2	3	4		
0,5	23,07 \pm 1,88 (a) (b)	21,74 \pm 2,41 (a) (a)	21,61 \pm 2,45 (a) (a)	40,41 \pm 0,90	
	22,34 \pm 2,28 (a) (a)	21,68 \pm 2,41 (a) (a)	21,39 \pm 2,41 (a) (a)		
0,75	22,08 \pm 2,31 (a) (a)	21,56 \pm 2,41 (a) (a)	21,11 \pm 2,26 (a) (a)		
1	w=1,0583	w=1,0583			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata, sebaliknya angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata.

Hasil pengukuran antosianin pada Tabel 2 yaitu kadar antosianin produk berdasarkan berat kering, mempunyai kecenderungan yang sama dengan pada Tabel 1, namun dengan angka-angka yang lebih besar. Kadar antosianin hasil restrukturisasi buah stroberi berkisar antara 72,12-93,21 mg/100 g, dengan kadar antosianin tertinggi ditemui pada konsentrasi alginat terendah (2%) dan CaCl₂ terendah (0,5%), yaitu 93,21 mg/100g BK. Kadar antosianin terendah dijumpai pada konsentrasi alginat tertinggi (4%) dan CaCl₂ tertinggi (1%), yaitu sebesar 72,12 mg/ 100 g BK. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian Herawati *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi alginat dan CaCl₂ yang ditambahkan akan menyebabkan kadar antosianin semakin rendah karena terjadi ikatan antara kalsium alginat dan antosianin. Jadi sebenarnya antosianin masih berada pada produk tersebut, namun karena terikat dengan alginat, menjadi tidak terukur.

Tabel 2. Kadar Antosianin Restrukturisasi Buah Stroberi (mg/100 g BK)

Konsentrasi CaCl ₂ (% b/b)	Produk Restrukturisasi			Buah Segar (mg/100 g BK)
	2	3	4	
0,5	93,21 ± 6,03 (b) (b)	83,18 ± 9,64 (b) (a)	79,25 ± 8,31 (b) (a)	
0,75	88,66 ± 8,72 (ab) (b)	81,09 ± 9,60 (ab) (a)	77,40 ± 8,13 (ab) (a)	345,07 ± 7,69
1	86,19 ± 8,96 (a) (b)	76,46 ± 6,93 (a) (a)	72,12 ± 5,99 (a) (a)	
w=6,4812		w=6,4812		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata, sebaliknya angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata.

Kadar tersebut lebih rendah jika dibanding dengan kadar antosianin buah segar yaitu sebesar 345,07 mg/100 g. Hal tersebut mungkin disebabkan terjadinya kerusakan selama proses pengolahan, atau karena sebagian antosianin masih terikat pada alginat. Hal tersebut dapat dilihat dari warna residu hasil maserasi dengan metanol pada saat pengukuran kadar antosianin. Semakin tinggi konsentrasi alginat dan CaCl₂ yang ditambahkan, residu yang dihasilkan berwarna makin merah yang berarti adanya antosianin yang tidak ikut terekstrak karena terikat dengan kalsium alginat. Sehingga apabila produk restrukturisasi dikonsumsi, antosianin masih terdapat dalam produk dan tetap ikut terkonsumsi. Namun belum diketahui apakah antosianin yang terikat pada alginat tersebut, dapat atau tidak diserap dalam proses pencernaan.

Aktivitas Antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan produk restrukturisasi buah stroberi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas Antioksidan (%) Produk Restrukturisasi Buah Stroberi
Produk Restrukturisasi

Konsentrasi CaCl ₂ (% b/b)	Konsentrasi Alginat (% b/b)			Buah Segar (%)
	2	3	4	
0,5	42,56 ± 5,93 (b) (c)	37,33 ± 7,15 (b) (b)	32,11 ± 6,62 (a) (a)	
0,75	39,43 ± 5,43 (ab) (b)	33,53 ± 7,18 (ab) (a)	31,43 ± 6,35 (a) (a)	52,36 ± 0,84
1	37,05 ± 5,14 (a) (b)	32,33 ± 6,74 (a) (a)	28,75 ± 7,74 (a) (a)	
	w=4,1472		w=4,1472	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata, sebaliknya angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata.

Aktivitas antioksidan produk restrukturisasi buah stroberi berkisar antara 28,75-42,56%. Pola aktivitas antioksidan ini sejalan dengan pola kadar antosianin, yaitu aktivitas antioksidan menurun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi alginat pada semua konsentrasi CaCl₂; dan juga aktivitas antioksidan menurun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi CaCl₂ pada semua konsentrasi alginat. Hal ini dapat dipahami karena aktivitas antioksidan pada produk restrukturisasi buah stroberi terutama disebabkan karena antosianinnya. Memang pada beberapa konsentrasi terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, tetapi secara umum kecenderungan atau trend hasilnya sama dengan pola hasil pada kadar antosianin. Jika dibandingkan dengan aktivitas antioksidan dari buah stroberi segar yaitu sebesar 52,36%, aktivitas antioksidan produk restrukturisasi memiliki nilai yang lebih rendah. Penurunan aktivitas antioksidan tersebut disebabkan oleh menurunnya kadar antosianin dalam produk. Salah satu fungsi antosianin adalah sebagai antioksidan dan penangkap radikal bebas. [11]

Kadar Air

Hasil pengukuran kadar air produk restrukturisasi buah stroberi dapat dilihat pada Tabel 4, yang menunjukkan bahwa kadar air produk restrukturisasi buah stroberi berkisar antara 70.84-75.30%.

Tabel 4. Kadar Air (%) Produk Restrukturisasi Buah Stroberi

Konsentrasi CaCl ₂ (% b/b)	Produk Restrukturisasi			Buah Segar (%)
	2	3	4	
0,5	75,30 ± 0,40 (a) (b)	73,82 ± 0,38 (b) (a)	72,77 ± 0,42 (b) (a)	
0,75	74,81 ± 0,33 (a) (b)	73,21 ± 0,28 (b) (a)	72,40 ± 0,31 (b) (a)	88,29 ± 0,01
1	74,35 ± 0,17 (a) (b)	71,88 ± 0,82 (a) (a)	70,84 ± 0,72 (a) (a)	
	w=1,3194	w=1,3194		

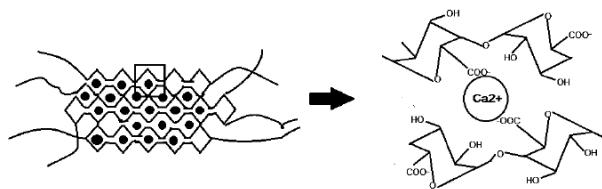
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata, sebaliknya angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata.

Pola kadar air ini sejalan dengan pola kadar antosianin dan pola aktivitas antioksidan, yaitu kadar air menurun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi natrium alginat pada semua konsentrasi CaCl₂; dan juga kadar air menurun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi CaCl₂ pada semua konsentrasi natrium alginat. Pada beberapa konsentrasi terlihat ada perbedaan nyata antar perlakuan, namun pola kecenderungannya sama seperti yang sudah dijelaskan diatas.

Kadar air mempengaruhi tekstur produk restrukturisasi buah stroberi. Semakin rendah kadar air, tekstur produk semakin keras, dan sebaliknya, semakin tinggi kadar air, tekstur produk semakin lunak. Kadar air juga mempengaruhi umur simpan. Semakin rendah kadar air, umur simpan akan lebih lama.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya, yang menyatakan semakin banyak alginat yang ditambahkan maka akan semakin banyak air yang terperangkap dalam serat kalsium alginat sehingga kadar air dalam produk yang terukur sedikit [8].

Gel kalsium alginat terbentuk karena kalsium dari CaCl₂ menggantikan natrium dalam alginat melalui reaksi kimia, kalsium mengikat molekul-molekul alginat yang panjang sehingga membentuk gel. Kalsium terikat pada bentuk menyerupai lubang pada pola rantai yang terbentuk dari 2 blok G yang tersusun paralel. Bentuk tersebut menyerupai telur dalam kotaknya (*egg in an egg box*) [17] seperti gambar 1.



Gambar 1. Egg Box dari Koordinasi Blok G-G Alginat dan Ion Ca²⁺ [18]

Kadar Serat

Hasil uji kadar serat produk restrukturisasi buah stroberi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar Serat (%) Produk Restrukturisasi Buah Stroberi

Konsentrasi CaCl ₂ (% b/b)	Produk Restrukturisasi			Buah Segar (%)
	Konsentrasi Alginat (% b/b)	2	3	
0,5	1,24 ± 0,006 (b)	1,29 ± 0,019 (a)	1,34 ± 0,155 (a)	
	(a)	(a)	(a)	
0,75	1,02 ± 0,018 (a)	1,23 ± 0,012 (a)	1,35 ± 0,093 (a)	1,09 ± 0,41
	(a)	(b)	(b)	
1	0,99 ± 0,024 (a)	1,21 ± 0,014 (a)	1,29 ± 0,055 (a)	
	(a)	(b)	(b)	
w=0,1992	w=0,1992			

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata, sebaliknya angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata.

Kadar serat produk restrukturisasi buah stroberi berkisar antara 0,99-1,35%. Data menunjukkan bahwa makin tinggi kadar alginat yang ditambahkan, kadar serat makin tinggi pada semua konsentrasi CaCl₂. Hal ini dapat dipahami karena alginat dan CaCl₂ membentuk suatu struktur yang menyerupai serat, sehingga dengan meningkatnya kadar alginat, menyebabkan meningkatnya kadar serat. Namun hal ini tidak terjadi pada penambahan CaCl₂, karena data menunjukkan bahwa meningkatnya pemberian CaCl₂, justru menyebabkan menurunkan kadar serat pada konsentrasi alginat 2% dan 3%. Namun pada konsentrasi alginat 4% polanya berbeda, yang ditunjukkan dengan angka yang naik turun, namun secara statistik, tidak berbeda nyata.

Meningkatnya kadar serat seiring dengan meningkatnya konsentrasi alginat disebabkan karena salah satu sifat utama dari alginat yang memiliki kemampuan untuk membentuk serat berupa kalsium alginat [19]. Alasan ini jugalah yang menyebabkan kadar serat produk lebih tinggi daripada kadar serat buah segar.

pH

Hasil uji pH produk restrukturisasi buah stroberi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. pH Produk Restrukturisasi Buah Stroberi

		Produk Restrukturisasi			Buah Segar	
Konsentrasi CaCl ₂ (% b/b)		Konsentrasi Alginat (% b/b)				
		2%	3%	4%		
0,5%	3,71 ± 0,07 (b)	3,86 ± 0,11 (a)	4,07 ± 0,12 (b)	(a)	3,45 ± 0,05	
	(a)	(a)	(b)			
0,75%	3,60 ± 0,17 (ab)	3,77 ± 0,12 (a)	3,88 ± 0,13 (a)	(a)	3,45 ± 0,05	
	(ab)	(ab)	(b)			
1%	3,50 ± 0,17 (a)	3,70 ± 0,17 (a)	3,80 ± 0,17 (a)	(a)		
	(a)	(b)	(b)			
w=0,1830		w=0,1830				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata, sebaliknya angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris/lajur yang sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata.

Tabel 6 menunjukkan bahwa bahwa pH produk restrukturisasi buah stroberi berkisar 3.50-4.07. Data menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi alginat, pH produk makin meningkat, yang terjadi pada semua konsentrasi CaCl₂. Hal ini dapat dipahami karena meningkatnya konsentrasi alginat menyebabkan menurunnya kadar antosianin, sedangkan antosianin mempunyai sifat asam, dengan demikian, menurunnya kadar antosianin, menyebabkan pH meningkat. Data juga menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi CaCl₂, pH produk restrukturisasi menurun, pada semua konsentrasi alginat. Hal ini dapat dipahami karena meningkatnya konsentrasi CaCl₂ menyebabkan menurunnya kadar antosianin, sehingga pH meningkat, karena antosianin membawa sifat asam. Oleh sebab itu, dapat diperkirakan bahwa pH tertinggi dijumpai pada konsentrasi alginat tertinggi dan konsentrasi CaCl₂ terendah, yaitu 4,07; sedangkan pH terendah dijumpai pada konsentrasi alginat terendah dan konsentrasi CaCl₂ tertinggi, yaitu 3,50.

Selain itu, ada pengaruh dari pH natrium alginatnya sendiri, yaitu natrium alginat buatan pabrik memiliki pH 5,52 pada suhu kamar [20], sehingga mempengaruhi pH produk restrukturisasi menjadi semakin tinggi seiring bertambahnya konsentrasi alginat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi natrium alginat, kadar antosianin, aktivitas antioksidan, dan kadar air semakin rendah, sedang kadar serat dan pH semakin tinggi. Sedangkan semakin tinggi konsentrasi CaCl₂ akan menyebabkan kadar antosianin, aktivitas antioksidan, kadar air, dan pH semakin rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana dari dirjen dikt (PTUPT tahun anggaran 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewi, A.R.P.A. (2013) Identifikasi Kualitas Penyimpanan dan Penentuan Setting Kemasan Plastik Jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) Buah Stroberi Segar Lokal (*Fragaria sp.*) Dengan Pendekatan Metode Taguchi. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [2] Zaimah, F., Prihastani, E., dan Haryanti, S. (2013). Pengaruh Waktu Pemotongan Stolon Terhadap Pertumbuhan Tanaman Strawberry (*Fragaria vesca L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. XXI(2):9-20.
- [3] Susianti, A. (2015). Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Stroberi (*Fragaria x ananassa* D. Cv. Festival) Hasil Induksi Kolkisin. *Skripsi*. Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [4] Giffani, B. (2014). Perancangan Komunikasi Visual Animasi Edukasi "Strawberry". *Skripsi*. Universitas Bina Nusantara, diakses pada 8 Juli 2016 (http://library.binus.ac.id/Collections/ethesis_detail/2014-1-01405-DS)
- [5] Inggrid, H.M dan Iskandar, A.R. (2016). Pengaruh pH dan Temperatur pada Ekstraksi Antioksidan dan Zat Warna Buah Stroberi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta, 17 Maret 2016.
- [6] da-Silva, F.L., Escribano-Bailón, M.T., Alonso, J.J.P., Rivas-Gonzalo., J.C., and Santos-Buelga., C. (2007). Anthocyanin Pigments in Strawberry. *Swiss Society of Food Science and Technology*. 40:374-382.
- [7] da-Silva, F.L., Pascual-Teresa, S.D., Rivas-Gonzalo, J., and Santos-Buelga, C. (2002). Identification of Anthocyanin Pigments in Strawberry (cv Camarosa) by LC Using DAD and ESI-MS Detection. *European Food Research and Technology*. 214:248-253
- [8] Herawati, D., Lestario, L.N., dan Andini, S. (2016). Pengaruh Konsentrasi Alginat dan CaCl₂ Terhadap Kadar Antosianin, Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Sensorik Buah Duwet (*Syzygium cumini Linn*) Hasil Restrukturisasi. *AGRITECH*. 36(3):261-269.
- [9] Raharjo, S. dan Utama, Z. (2002) Sifat-Sifat Fisik dan Sensoris Produk Buah Hasil Restrukturisasi Non-Termal Selama Penyimpanan Dingin. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XIII(1):11-19.
- [10] Betani, E. (2006). Restrukturisasi Buah Sirsak (*Annona muricata Linn*) Dengan Variasi Jenis dan Jumlah Penambahan Garam Kalsium. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Jember.
- [11] Husna, N.E., Novita, M., dan Rohaya, S. (2013). Kandungan Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Segar dan Produk Olahannya. *AGRITECH*. 33(3):296-302.
- [12] Lestario, N.L., Suparmo., Raharjo, S., dan Tranggono. (2005a). Perubahan Aktivitas Antioksidan, Kadar Antosianin dan Polifenol Pada Beberapa Tingkat Kemasakan Buah Duwet (*Syzygium cumini*). *AGRITECH*. 25(4):169-172.

- [13] Utama, Z. dan Raharjo, S. (2006). Formulasi Untuk Memperbaiki Flavor Bubur Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Hasil Restrukturisasi. *Majalah Ilmu dan Teknologi Pertanian*. XXVI(2):88-93.
- [14] Prior, R.L., Cao, G., Martin, A., Sifc, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G., and Mainland, C.M. (1998). Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 2686-2693.
- [15] Lestario, N.L., Hastuti, P., Raharjo, S., dan Tranggono (2005b). Sifat Antioksidatif Ekstrak Buah Duwet (*Syzygiumcumini*), *AGRITECH*. 25(1):24-31.
- [16] Steel, R.G.O., and Torrie, J.H. (1981). *Principles and Procedures of Statistic*, Mc Graw – Hill Book Co, New York.
- [17] Abadi, H. (2008). Pembuatan Membran Alginat-Kitosan dan Kalsium Alginat-Kitosan Serta Pengujiannya Terhadap Penyembuhan Luka Marmut. *Skripsi*. Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [18] Yamdech, R., Aramwit, P., dan Kanokpanont, S. (2012). Stability of Anthocyanin in Mulberry Fruits Extract Adsorbed on Calcium Alginate Beads. *International Conference Chulalongkorn University, Bangkok Thailand*.
- [19] Wandrey, C. (2005). Polielectrolytes and Biopolimers dalam: Abadi, H. Pembuatan Membran Alginat-Kitosan dan Kalsium Alginat-Kitosan Serta Pengujiannya Terhadap Penyembuhan Luka Marmut. *Skripsi*. Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [20] Bahar, R., Arief, A., dan Sukriadi. (2012). Daya Hambat Ekstrak Na-alginat Dari Alga Coklat Jenis *Sargassum* sp. Terhadap Proses Pematangan Buah Mangga dan Buah Jeruk. *Indonesia Chimica Acta*. 5(2):22-31.
- [21] AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemist dalam: Hasan, V. Kajian Sifat Fisikokimia dan Indeks Glikemik Oyek dan Tiwul Dari Buah Umbi Garut (*Marantha arundinaceae* L.), Suweg (*Amorphallus campanullatus*) dan Singkong (*Manihot utilissima*). *Tesis*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung.