

VOLUME 14 NOMOR 1 MARET 2020

ISSN: 1907-8056  
e-ISSN: 2527-5410

# AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

## **AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian**

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published twice a year in March and August. Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

### **Editor In Chief**

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Editorial Board**

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Managing Editor**

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Assistant Editor**

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Alamat Redaksi**

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: [Agrointek@trunojoyo.ac.id](mailto:Agrointek@trunojoyo.ac.id)

## KARAKTERISTIK FRUIT LEATHER DARI BUAH BIDARA (*ZIZIPHUS MAURITIANA*) DAN KULIT BUAH NAGA MERAH SERTA RUMPUT LAUT SEBAGAI BAHAN PENGIKAT

Sri Winarti\*, Ulya Sarofa, Vidya Vianita Wulandari

*Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia*

### Article history

*Diterima:*  
10 Agustus 2019  
*Diperbaiki:*  
10 Januari 2020  
*Disetujui:*  
30 Maret 2020

### Keyword

*Bidara; Red Dragon  
Fruit Peel; Seaweed;  
Fruit Leather;*

### ABSTRACT

*Fruit leather is one of the snack foods made from fruits, in the form of thin sheets with distinctive consistency and taste depending on the type of fruit used. One of the fruits that can be processed into fruit leather is the bidara fruit (*Ziziphus mauritiana*). To improve the texture and color of fruit leather, the red dragon fruit peel is added as a source of pectin and seaweed *Eucheuma cottonii* as a source of kappa carrageenan because it can form gel well. The purpose of this study was to determine the effect and get the best combination of treatments from the proportion of bidara fruit and red dragon fruit peel and the concentration of *E. cottonii* seaweed on the characteristics of fruit leather. This study used a completely randomized design (CRD) factorial pattern of 2 factors, namely the proportion of bidara fruit and red dragon fruit peel (65%:35%; 70%:30%; 75%:25%) and the concentration of seaweed *E. cottonii* (0 %; 0.4%; 0.8%; 1.2%) with 2 replications. The data obtained was analysis by ANOVA, if the treatment that had a significant effect was carried out further testing using the DMRT test. The results showed the best treatment on proportion 65% of bidara fruit and 35% of red dragon fruit peel and 1.2% concentration of seaweed, its produced fruit leather with moisture content of 15.68%; antioxidant activity of 31.80%; vitamin C levels of 30.78 mg/100 g; anthocyanin of 3.30 mg/100 g; tensile strength of 1.4130 N; color includes L\* of 42.98, a\* of 41.26, b\* of 18.06; organoleptic scoring test includes taste of 3.16 (slightly sour sweet), color of 4.92 (red), texture of 2.36 (not soft); and dietary fiber levels of 4.06%.*

© hak cipta dilindungi undang-undang

\* Penulis korespondensi

Email : [winarti.sriwing@gmail.com](mailto:winarti.sriwing@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i1.7042>

## PENDAHULUAN

Bidara atau yang dalam bahasa latin disebut *Ziziphus mauritiana* ini termasuk tumbuhan perdu dan umumnya tumbuh di kawasan kering. Bukan hanya enak dimakan atau diminum, manfaat buah bidara juga sangat banyak. Okala, *et al.*, (2014) melaporkan, ekstrak buah bidara mengandung flavonoid, saponin, glikosida, steroid, terpenoid dan tanin. Selama ini, buah bidara hanya dikonsumsi dalam keadaan segar dan jarang untuk dijadikan produk olahan lainnya, padahal buah ini mengandung nutrisi yang bermanfaat bagi tubuh. Buah bidara berpotensi sebagai sumber vitamin C, kadar vitamin C pada buah bidara 65,8-76,0 mg/100 gram bahan. Vitamin C berperan sangat penting dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan menangkal radikal bebas (Indriyani, 2017). Buah bidara juga mengandung kadar air yang cukup tinggi yaitu 81,6-83 g/100g bahan (Indriyani, 2017). Tingginya kadar air tersebut menyebabkan buah yang telah panen cepat mengalami kebusukan sehingga perlu adanya inovasi produk untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kandungan gizi yang ada di dalamnya.

Salah satu inovasi produk olahan buah bidara yaitu dengan mengolahnya menjadi fruit leather. Fruit leather merupakan salah satu makanan kudapan (snack food) yang dibuat dari buah-buahan, berbentuk lembaran tipis dengan konsistensi dan rasa yang khas tergantung dari jenis buah yang digunakan (Safitri, 2012). Proses pembuatan fruit leather secara umum meliputi sortasi, pencucian, pengupasan, penghancuran, pencampuran, pemasakan, pengeringan, pemotongan, dan pengemasan (Rini, *et al.*, 2016). Kriteria yang diharapkan dari fruit leather adalah warnanya yang menarik, teksturnya yang sedikit liat dan kompak, serta memiliki plastisitas yang baik sehingga dapat digulung atau tidak mudah patah

(Historiarsih, 2010). Plastisitas fruit leather tersebut dipengaruhi oleh air, gula, pektin dan asam (Desrosier, 1988).

Buah bidara mengandung pektin yang rendah yaitu 0,18-0,39% (Kanann dan Thirumaran, 2003), sehingga untuk diolah menjadi fruit leather perlu ditambahkan pektin dari bahan alam lainnya. Pektin dapat diperoleh dari bagian kulit buah, misalnya kulit buah naga merah. Kulit buah naga merah mengandung pektin sebesar 15,25% (Yati, *et al.*, 2017) sehingga berpotensi sebagai sumber pektin. Disamping itu, kulit buah naga merah juga dapat digunakan sebagai pewarna merah alami karena mengandung senyawa antosianin (Handayani dan Rahmawati, 2012). Selain memberikan warna, antosianin juga merupakan antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas sehingga sangat aman untuk dikonsumsi (Samber, *et al.*, 2013). Pemanfaatan pektin dan antosianin sebagai pewarna alami dari kulit buah naga merah ini sekaligus dapat meningkatkan nilai ekonomis kulit buah naga merah yang selama ini hanya menjadi limbah.

Masalah yang sering timbul pada fruit leather adalah plastisitasnya yang kurang baik. Untuk menghasilkan fruit leather dengan kriteria tersebut maka diperlukan bahan pengikat yang diharapkan dapat memperbaiki plastisitas dari fruit leather tersebut (Historiarsih, 2010). Bahan yang dapat dijadikan bahan pengikat pada fruit leather adalah rumput laut *Eucheuma cottonii*. Rumput laut *E. cottonii* dapat dijadikan bahan pengikat karena memiliki kemampuan membentuk gel yang baik. Hal tersebut disebabkan *E. cottonii* mengandung karagenan tipe kappa dengan kemampuan membentuk gel yang baik (Sidi, *et al.*, 2014). Selain dapat menambah plastisitas, rumput laut juga dapat memperkaya kandungan gizi dalam fruit leather di antaranya serat pangan dan mineral (Fitantri, *et al.*, 2014).

## METODE

### Bahan dan Alat

Buah bidara dengan kulit berwarna hijau (umur panen dua bulan) yang diperoleh dari kebun di Buleleng-Bali, kulit buah naga merah, gula pasir, rumput laut *E. cottonii* dan asam sitrat. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis adalah aquadest, larutan DPPH, metanol PA, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, buffer Natrium fosfat, alfa amylase, protease, amiloglukosidase, HCl, etanol 95%, aseton, asam asetat, CaCl<sub>2</sub>, AgNO<sub>3</sub>, dan phenophtalin. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain loyang berukuran 30×20 cm, plastik loyang, sendok, pisau, pengukus, cabinet dryer, timbangan, gelas ukur, blender merek Philips, dan kompor. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian terdiri atas botol timbang, oven, eksikator, neraca analitik, pipet, Universal Testing Machine (UTM) Zwick tipe DO. FB0. 5TS, Chromameter Konica Minolta CR-400, Spektrofotometer UV-Vis, Erlenmeyer, kertas saring, water bath, labu takar, pH meter, sentrifuse, aluminium foil, sarung tangan, dan mortar alu.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola faktorial yang terdiri dari dua level, yaitu faktor A terdiri dari tiga level dan faktor B terdiri dari empat level, masing-masing diulang sebanyak 2 kali sehingga didapatkan 24 percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA). Jika terdapat perbedaan nyata diantara perlakuan, dilakukan uji lanjut dengan DMRT (Duncan) pada taraf 5%.

### Prosedur Penelitian

Sebanyak 2 kg buah bidara dicuci, dibersihkan dari kulit serta bijinya dan dipotong lebih kecil. Kemudian diblanching (steam) pada suhu 80°C selama 7 menit. 1 kg kulit buah naga merah dicuci dan dibersihkan dari kulit

bagian luarnya, selanjutnya dipotong menjadi lebih kecil. 20 g rumput laut *E. cottonii* dicuci dan direndam dalam air selama ± 24 jam. Buah bidara dan kulit buah naga merah (65%:35%; 70%:30% dan 75%:25%) dihaluskan dengan penambahan air (2:1), rumput laut (0%, 0,4%, 0,8% dan 1,2%), gula 40% dan asam sitrat 0,2%. Penghalusan dilakukan menggunakan blender hingga campuran halus dan homogen. Puree buah direbus pada suhu 70°C selama 2 menit lalu didinginkan. Penuangan puree pada loyang berukuran 30×20 cm yang telah dilapisi plastik dengan ketebalan adonan 2-3 mm. Puree dikeringkan dengan cabinet dryer pada suhu 60°C selama 8 jam. Selanjutnya fruit leather dipotong dengan ukuran 5×3 cm. Produk yang diperoleh dianalisa aktivitas anti oksidannya, kadar vitamin C, kadar antosianin, elastisitas dan kadar serat pangannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

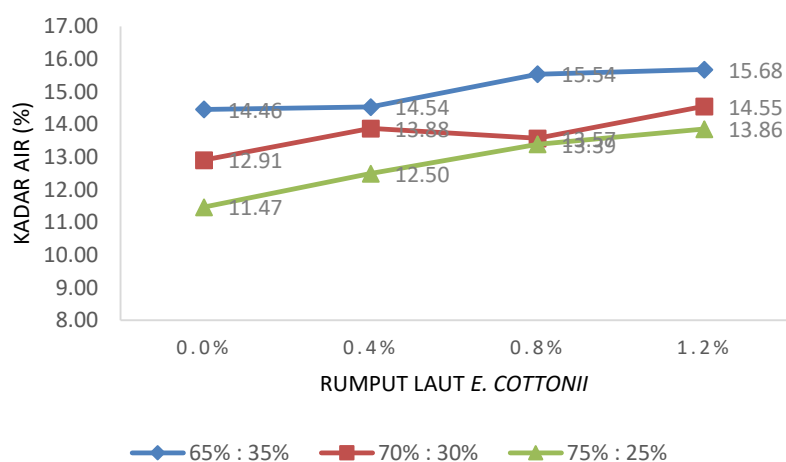
### Hasil Analisa Bahan Baku

Hasil analisis buah bidara, kulit buah naga merah dan rumput laut *E. cottonii* dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa komposisi, pH, aktivitas anti oksidan buah bidara, kulit buah naga merah maupun rumput laut *E. cottonii* menunjukkan perbedaan dengan literatur yang diacu. Perbedaan hasil analisis dengan literatur dapat disebabkan kematangan dan kondisi tempat tumbuh yang berbeda. Selain itu, metode pengujian yang digunakan, persiapan sampel, bahan kimia serta instrumen analisis yang berbeda juga dapat menyebabkan hasil analisis berbeda. Hasil tersebut sesuai dengan Apandi (1984), bahwa perbedaan komposisi kimia dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu temperatur, cahaya, curah hujan, iklim, tanah dan derajat kematangan.

Tabel 1 hasil analisis buah bidara, kulit buah naga merah dan rumput laut *E. cottonii*

Komposisi	Buah Bidara		Kulit Buah Naga Merah		Rumput Laut <i>E. cottonii</i>	
	Hasil analisis	Literatur	Hasil analisis	Literatur	Hasil analisis	Literatur
Kadar Air (%)	88,28 ± 0,07	81,6-83 <sup>a</sup>	93,27 ± 1,05	92,65 <sup>e</sup>	92,34 ± 0,53	91,01 <sup>j</sup>
Kadar Vitamin C (mg/100 g)	70,22 ± 0,06	65,8-76 <sup>a</sup>	8,71 ± 0,08	4,04 <sup>f</sup>	26,37 ± 0,01	35,3 <sup>k</sup>
Aktivitas Antioksidan (%)	69,06 ± 0,15	78,57 <sup>b</sup>	52,25 ± 0,61	51,35 <sup>g</sup>	63,28 ± 0,45	67,63 <sup>l</sup>
pH	4,02 ± 0,13	4,35-5,50 <sup>c</sup>	5,36 ± 0,04	5,06 <sup>e</sup>	7,38 ± 0,18	8,27-8,73 <sup>m</sup>
Kadar Serat Pangan (%)	5,91 ± 0,08	6,13-8,90 <sup>d</sup>	11,89 ± 0,08	69,30 <sup>e</sup>	4,79 ± 0,08	25,05 <sup>k</sup>
Kadar Pektin (%)	-	-	5,47 ± 0,16	15,25 <sup>h</sup>	-	-
Kadar Antosianin (mg/100 g)	-	-	11,05 ± 0,29	5,81 <sup>i</sup>	-	-

Sumber : a(Indriyani, 2017), b(Kavitha dan Kuna, 2014), c(Koley, *et al.*, 2016), d(Pareek, 2013), e(Jamilah, *et al.*, 2011), f(Risnayanti, *et al.*, 2015), g(Manihuruk, *et al.*, 2017), h(Yati, *et al.*, 2017), i(Putri, *et al.*, 2015), j(Santosa, *et al.*, 2016), k(Matanjun, *et al.*, 2009), l(Sarini, *et al.*, 2014), m(Fitri, 2013)



Gambar 1 kadar air fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah serta konsentrasi rumput laut *E. cottonii*

Hasil tersebut juga didukung oleh Andarwulan, *et al.*, (2011), bahwa, persiapan sampel, instrumen yang digunakan, analisis yang melakukan pengujian, kalibrasi, kondisi analisis, bahan kimia dan bahan habis lainnya, serta komputasi data merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi data analisis akhir yang dilakukan.

#### Kadar Air Fruit Leather

Berdasarkan hasil analisis ragam terdapat interaksi yang nyata antara

proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah serta konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air fruit leather. Kadar air fruit leather dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. menunjukkan semakin tinggi proporsi buah bidara dan semakin rendah proporsi kulit buah naga merah, maka kadar air fruit leather semakin rendah, namun semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, maka kadar air fruit

leather semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan buah bidara mengandung pektin yang lebih rendah yaitu 0,18-0,39% (Kanann dan Thirumaran, 2003) sedangkan kulit buah naga merah mengandung pektin yang lebih tinggi yaitu 5,47%. Pektin dapat mengikat air pada bahan sehingga semakin rendah pektin, maka semakin sedikit air yang terikat dan kadar air fruit leather semakin rendah. Semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, maka kadar air akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan *E. cottonii* mengandung kappa karagenan yang mampu mengikat air sehingga kadar air pada fruit leather semakin tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan Simamora dan Rossy (2017), pektin merupakan hidrokolloid pembentuk gel yang dapat mengikat air, sehingga semakin banyak pektin maka semakin besar air yang diikat oleh pektin. Hasil tersebut juga didukung oleh Sidi, *et al.*, (2014), bahwa Kappa karagenan merupakan senyawa hidrokolloid yang memiliki kemampuan mengikat air.

#### **Kadar Antosianin**

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah dengan konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar antosianin fruit leather. Kadar antosianin fruit leather dapat dilihat pada Gambar 2.

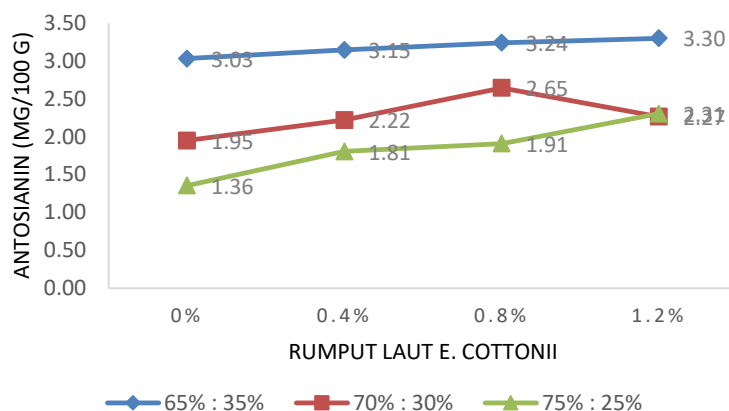
Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi buah bidara dan semakin rendah proporsi kulit buah naga merah, maka kadar antosianin fruit leather semakin rendah, namun semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, maka

kadar antosianin fruit leather semakin tinggi. Hasil tersebut disebabkan bahan baku kulit buah naga merah mengandung antosianin sebesar 11,05 mg/100 g. Konsentrasi rumput laut *E. cottonii* juga mempengaruhi tingginya kadar antosianin fruit leather. Hal tersebut disebabkan senyawa antosianin yang larut air akan ikut terikat pada struktur double helix karagenan yang terkandung dalam rumput laut *E. cottonii* selama proses pembentukan gel.

Hasil tersebut sesuai dengan Handayani dan Rahmawati (2012), bahwa kulit buah naga merah ditemukan mengandung pigmen antosianin berjenis sianidin 3-ramnosil glukosida 5-glukosida. Hasil tersebut juga didukung oleh Febriyanti dan Yuniarta (2015), karagenan memiliki gugus hidroksil, sehingga kemampuan untuk membentuk struktur double helix juga lebih tinggi, dan dapat melindungi senyawa antosianin dalam matrik tiga dimensi dari suhu panas selama pemasakan serta dari oksigen.

#### **Kadar Vitamin C**

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa tidak terdapat interaksi yang nyata antara proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah dengan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* terhadap kadar vitamin C fruit leather. Perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah memberikan pengaruh nyata, sedangkan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* tidak memberikan pengaruh yang nyata. Nilai rata-rata kadar vitamin C fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah dapat dilihat pada Tabel 2, dan nilai rata-rata kadar vitamin C fruit leather pada perlakuan rumput laut *E. cottonii* dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 2 kadar antosianin fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah serta konsentrasi rumput laut *E. cottonii*

Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata kadar vitamin C fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah berkisar antara 30,76–39,51 mg/100 g. Perlakuan proporsi 65% buah bidara dan 35% kulit buah naga merah menghasilkan nilai kadar vitamin C terendah yaitu 30,76 mg/100 g, sedangkan pada perlakuan proporsi 75% buah bidara dan 25% kulit buah naga merah menghasilkan nilai kadar vitamin C tertinggi yaitu 39,51 mg/100 g. Semakin tinggi proporsi buah bidara dan semakin rendah proporsi kulit buah naga merah, maka kadar vitamin C fruit leather semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan pada penelitian ini, buah bidara memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi yaitu 70,22 mg/100 g dibandingkan kadar vitamin C kulit buah naga merah yaitu 8,71 mg/100 g. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Lamban, *et al.*, (2017), bahwa perbedaan jumlah vitamin C fruit leather pada setiap perlakuan disebabkan jumlah vitamin C yang berbeda pada bahan baku yang digunakan.

Perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar vitamin C. Nilai rata-rata kadar vitamin C fruit leather pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2 nilai rata-rata vitamin C fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah

Buah Bidara:Kulit Buah Naga Merah (%)	Vitamin C (mg/100 g)
65 : 35	30,76 ± 0,05 <sup>a</sup>
70 : 30	35,16 ± 0,03 <sup>b</sup>
75 : 25	39,51 ± 0,04 <sup>c</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang berbeda berarti berbeda nyata

Tabel 3 nilai rata-rata vitamin C fruit leather pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii*

Konsentrasi Rumput Laut <i>E. cottonii</i> (%)	Vitamin C (mg/100 g)
0	35,11 ± 3,91 <sup>a</sup>
0,4	35,14 ± 3,91 <sup>a</sup>
0,8	35,15 ± 3,91 <sup>a</sup>
1,2	35,17 ± 3,92 <sup>a</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata

Tabel 3. menunjukkan bahwa rata-rata kadar vitamin C fruit leather pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* berkisar antara 35,11 – 35,17 mg/100 g. Perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* 0% menghasilkan nilai kadar vitamin C terendah yaitu 35,11 mg/100 g, sedangkan pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* 1,2%



menghasilkan nilai kadar vitamin C tertinggi yaitu 35,17 mg/100 g. Perbedaan kadar vitamin C yang tidak nyata dapat disebabkan perbedaan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* yang kecil. Meskipun tidak memberikan pengaruh yang nyata, semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, maka kadar vitamin C fruit leather semakin tinggi. Hasil tersebut disebabkan rumput laut *E. cottonii* pada penelitian ini mengandung vitamin C sebesar 26,37 mg/100 g.

Kadar vitamin C fruit leather secara keseluruhan mengalami penurunan dari kadar vitamin C bahan baku yang digunakan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pemanasan dan kontak bahan dengan oksigen selama proses pengolahan sehingga kadar vitamin C mengalami penurunan. Hasil tersebut didukung oleh Sayuti dan Yenrina (2015), bahwa vitamin C bisa hilang secara terus menerus selama pengolahan, misalnya selama blanching dan pencucian, pemotongan dan penggilingan. Paparan udara pada jaringan-jaringan akan menyebabkan hilangnya vitamin C akibat oksidasi.

#### Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa tidak terdapat interaksi yang nyata antara proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah serta konsentrasi rumput laut *E. cottonii* terhadap aktivitas antioksidan fruit leather. Perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah memberikan pengaruh nyata, sedangkan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas antioksidan. Nilai rata-rata aktivitas antioksidan fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah dapat dilihat pada Tabel 4, dan nilai rata-rata aktivitas antioksidan fruit leather pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas antioksidan fruit leather pada

perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah berkisar antara 31,53–35,60%. Perlakuan proporsi 65% buah bidara dan 35% kulit buah naga merah menghasilkan nilai aktivitas antioksidan terendah yaitu 31,53%, sedangkan pada perlakuan proporsi 75% buah bidara dan 25% kulit buah naga merah menghasilkan nilai aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 35,60%.

Tabel 4 nilai rata-rata aktivitas antioksidan fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah

Buah Bidara : Kulit Buah Naga Merah (%)	Aktivitas Antioksidan (%)
65 : 35	31,53 ± 0,36 <sup>a</sup>
70 : 30	33,59 ± 0,29 <sup>b</sup>
75 : 25	35,60 ± 0,27 <sup>c</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang berbeda berarti berbeda nyata

Tabel 5 nilai rata-rata aktivitas antioksidan fruit leather pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii*

Konsentrasi Rumput laut <i>E. cottonii</i> (%)	Aktivitas Antioksidan (%)
0	33,37 ± 1,90 <sup>a</sup>
0,4	33,51 ± 1,89 <sup>a</sup>
0,8	33,62 ± 1,73 <sup>a</sup>
1,2	33,80 ± 1,83 <sup>a</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang berbeda berarti berbeda nyata

Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi buah bidara dan semakin rendah proporsi kulit buah naga merah, maka aktivitas antioksidan fruit leather semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan pada penelitian ini, buah bidara memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi yaitu 69,06% dibandingkan aktivitas antioksidan kulit buah naga merah yaitu 52,25%. Hasil tersebut didukung oleh Okala, *et al.*, (2014) bahwa, ekstrak buah

bidara mengandung flavonoid, saponin, glikosida, steroid, terpenoid dan tanin. Hasil tersebut juga didukung oleh Noor, *et al.*, (2016) bahwa, berdasarkan hasil pengujian fotokimia dan FTIR, ekstrak kulit buah naga merah memiliki kandungan antioksidan berupa vitamin C, flavonoid, tanin, alkaloid, steroid, dan saponin.

Tabel 5. menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas antioksidan fruit leather pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* berkisar antara 33,37–33,80%. Perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* 0% menghasilkan nilai aktivitas antioksidan terendah yaitu 33,37%, sedangkan pada perlakuan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* 1,2% menghasilkan nilai aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 33,80%. Perbedaan aktivitas antioksidan yang tidak nyata dapat disebabkan perbedaan konsentrasi rumput laut *E. cottonii* yang kecil. Meskipun tidak memberikan pengaruh yang nyata, semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, aktivitas antioksidan fruit leather semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan rumput laut *E. cottonii* pada penelitian ini memiliki aktivitas antioksidan sebesar 63,28%. Hasil tersebut didukung oleh Andriani, *et al.*, (2015), bahwa rumput laut *E. cottonii* mengandung senyawa aktif meliputi senyawa flavonoid, triterpenoid, steroid dan alkaloid.

Aktivitas antioksidan fruit leather secara keseluruhan mengalami penurunan dari aktivitas antioksidan bahan baku yang digunakan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh proses pemanasan selama pembuatan fruit leather sehingga aktivitas antioksidan mengalami penurunan. Hasil tersebut didukung oleh Pramono (2006), bahwa senyawa fitokimia berupa metabolit sekunder seperti saponin, flavonoid, tanin, alkaloid dan steroid akan rusak pada suhu lebih dari 70°C. Hasil tersebut juga didukung oleh Sa'adah, *et al.*, (2017), bahwa proses pemanasan dapat

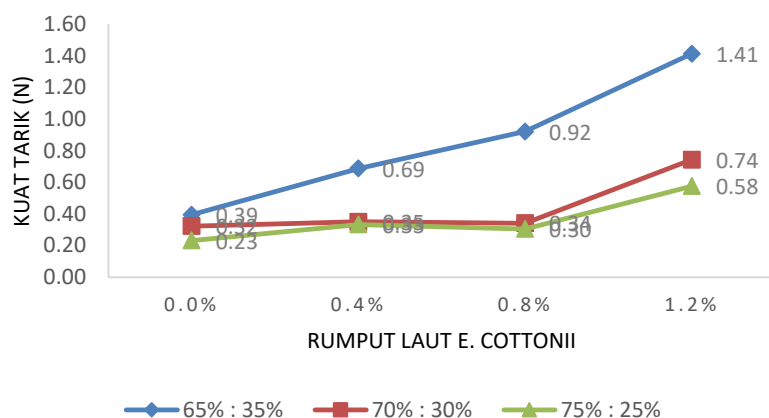
mengakibatkan penurunan kadar total flavonoid sebesar 15-78%.

### **Kuat Tarik**

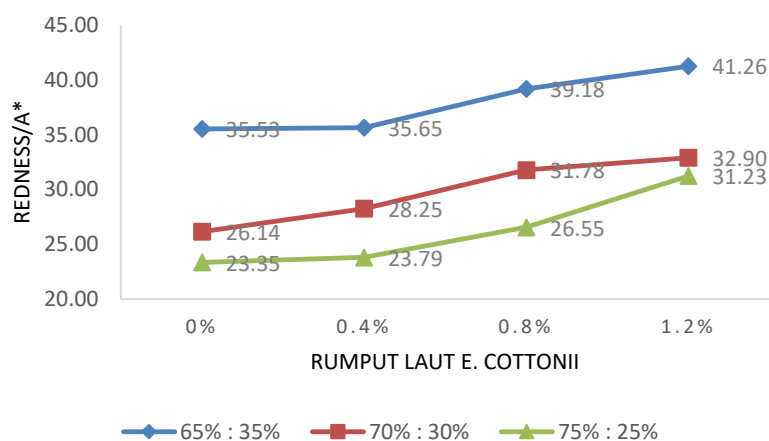
Berdasarkan analisis ragam terdapat interaksi yang nyata antara proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah dengan konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kuat tarik fruit leather. Nilai kuat tarik fruit leather dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi buah bidara dan semakin rendah proporsi kulit buah naga merah, maka nilai kuat tarik fruit leather semakin rendah, namun semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, maka nilai kuat tarik fruit leather semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan kandungan pektin pada buah bidara lebih rendah yaitu 0,18-0,39% (Kanann dan Thirumaran, 2003) sedangkan pektin kulit buah naga merah lebih tinggi yaitu 5,47%. Pektin yang kandung dalam bahan berperan dalam pembantuan gel pada fruit leather. Pektin bersama dengan gula dan asam dapat membentuk gel selama pemanasan. Semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E. cottonii* maka nilai kuat tarik fruit leather semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan kandungan kappa karagenan pada rumput laut *E. cottonii* juga berperan dalam pembentukan gel pada fruit leather.

Hasil tersebut sesuai dengan Harris (1990) dalam Amelia, *et al.*, (2016), bahwa pembentukan gel dari pektin diawali dengan terdispersinya pektin dalam air dan membentuk koloid hidrofilik bermuatan negatif. Koloid tersebut distabilkan oleh ion H<sup>+</sup> dari asam. Penambahan sukrosa akan menurunkan tingkat kestabilan antara pektin dan air. Hal ini karena sukrosa sebagai senyawa pendehidrasi, akibatnya ikatan antar pektin akan lebih kuat dan menghasilkan jaringan kompleks yang mampu menangkap molekul air dan molekul terlarut.



Gambar 3 kuat tarik fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah serta konsentrasi rumput laut *E. cottonii*



Gambar 4 nilai intensitas warna merah ( $a^*$ ) fruit leather pada perlakuan proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah serta konsentrasi rumput laut *E. cottonii*

Hasil tersebut juga sesuai dengan Wulandari (2010), bahwa kappa karagenan merupakan fraksi yang mampu membentuk gel dalam air dan bersifat reversible yaitu meleleh jika dipanaskan dan membentuk gel kembali jika didinginkan. Proses pemanasan dengan suhu yang lebih tinggi dari suhu pembentukan gel dapat mengakibatkan polimer karagenan dalam larutan menjadi random coil (acak). Bila suhu diturunkan, maka polimer akan membentuk struktur double helix (pilinan ganda) dan apabila penurunan suhu terus dilanjutkan polimer-polimer ini akan terikat silang secara kuat sehingga terbentuk gel yang kuat.

#### Intensitas Warna Merah/Redness ( $a^*$ )

Berdasarkan analisis ragam terdapat interaksi yang nyata antara proporsi buah bidara dan kulit buah naga merah dengan konsentrasi rumput laut *E. cottonii*, dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap intensitas warna merah ( $a^*$ ) fruit leather yang dihasilkan. Intensitas warna merah (redness) dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi buah bidara dan semakin rendah proporsi kulit buah naga merah, maka nilai  $a^*$  fruit leather semakin rendah atau semakin tidak merah, namun semakin tinggi konsentrasi rumput laut *E.*

cottonii, maka nilai  $a^*$  fruit leather semakin tinggi atau semakin merah. Hal tersebut disebabkan kulit buah naga merah mengandung antosianin yang berperan memberikan warna merah. Konsentrasi rumput laut *E. cottonii* juga mempengaruhi tingginya nilai  $a^*$  fruit leather. Hal tersebut disebabkan senyawa antosianin yang larut air akan ikut terikat pada struktur double helix karagenan yang terkandung dalam rumput laut *E. cottonii* selama proses pembentukan gel.

Hasil tersebut sesuai dengan Sayuti dan Yenrina (2015), bahwa antosianin adalah senyawa fenolik yang termasuk flavanoid, bersifat larut dalam air dan mengakibatkan warna merah-ungu pada bunga dan buah-buahan. Hasil tersebut didukung oleh Febriyanti dan Yuniarta (2015), karagenan memiliki gugus hidroksil, sehingga kemampuan untuk membentuk struktur double helix juga lebih tinggi, dan dapat melindungi senyawa antioksidan dalam matrik tiga dimensi dari suhu panas selama pemasakan serta dari oksigen. Hasil tersebut juga didukung oleh Butar (2016), bahwa pigmen warna antosianin yang bersifat polar akan larut ke dalam air dan dapat teruapkan bersama air selama proses pengeringan, namun dengan penambahan karagenan yang dapat mengikat air, maka pigmen antosianin yang polar akan terikat kuat sehingga warna merah dapat dipertahankan.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah proporsi buah bidara 65% dan kulit buah naga merah 35% serta konsentrasi rumput laut *E. cottonii* 1,2% yang menghasilkan fruit leather dengan karakteristik kadar air 15,68%; kadar antosianin 3,30 mg/100 g; kadar vitamin C 30,78 mg/100 g; aktivitas antioksidan 31,80%; kuat tarik 1,4130 N; intensitas warna merah ( $a^*$ ) 41,26.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, O., Astuti, S., dan Zulferyenni. 2016. Pengaruh Penambahan Pektin dan Sukrosa Terhadap Sifat Kimia dan Sensoris Selai Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.). Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. ISBN 978-602-70530-4-5. hal. 149-159
- Andriani, Z., Fasya, A. G., dan Hanapi, A. 2015. Antibacterial Activity of The Red Algae *Eucheuma cottonii* Extract from Tanjung Coast, Sumenep Madura. *ALCHEMY*. Vol. 4. No. 2. hal. 93-100
- Butar, T. A. 2016. Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Fruit Leather Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Penambahan Karagenan. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
- Desrosier, N. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Erdiyus, R., dan Pato, U. 2017. Pemanfaatan Buah Nipah sebagai Bahan Pembuatan Fruit Leather dengan Penambahan Kulit Buah Naga Merah. *JOM* Fakultas Pertanian. Vol. 4. No. 2. hal. 1-13
- Febriyanti, S., dan Yuniarta. 2015. Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Rasio Sari Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Jelly Drink Jahe. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3. No. 2. hal. 542-550
- Fitantri, A. L., Parnanto, N. H. R., dan Praseptiangga, D. 2014. Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Fruit Leather Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Penambahan Karagenan. *Jurnal*

- Teknosains Pangan. Vol. 3. No. 1. hal. 26-34
- Fitri, M. 2013. Kajian Sifat Fisika-Kimia Karaginan dari Rumpun Laut Jenis *Eucheuma* Sp. di Perairan Sulawesi Selatan. *Jurnal Galung Tropika*. Vol. 2. No. 2. hal. 64-76
- Historiarsih, R. Z. 2010. Pembuatan Fruit leather Sirsak-Rosella. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur
- Handayani, P. A., dan Rahmawati, A. 2012. Pemanfaatan Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) sebagai Pewarna Alami Makanan Pengganti Pewarna Sintesis. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. Vol. 1. No. 2. hal. 19-24
- Indriyani, N. L. P. 2017. Bidara, Sumber Daya Genetik yang Makin Langka. *Iptek Hortikultura*. No. 13. hal. 51-54
- Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkifly, M. A., dan Noranizan, A. 2011. Physico-Chemical Characteristics of Red Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) Peel. *International Food Research Journal*. Vol. 18. No. 1. hal. 279-286
- Kannan, S., dan Thirumaran, A. S. 2003. Physicochemical Changes During Ripening of Ber (*Ziziphus mauritiana* Lam.) Fruit on The Plant and in Storage. *J. Food Sci Technol*. Vol. 40. No. 5. hal. 550-551
- Kavitha dan Kuna, A. 2014. Effect of Processing on Antioxidant Properties of Ber (*Zizyphus mauritiana*) Fruit. *International Journal Science and Research*. Vol. 3. No. 7. hal. 2019-2025
- Koley, T. K., Kaur, C., Nagal, S., Walia, S., Jagi, S., dan Sarika. 2016. Antioxidant Activity and Phenolic Content in Genotypes of Indian Jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.). *Arabian Journal of Chemistry*. No. 9. hal. 1044-1052
- Lamban, L. S., Kandou, J., dan Djarkasi, G. S. S. 2017. Pengaruh Proporsi Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhysuz*) dan Buah Sirsak (*Annona murucata* L.) terhadap Tingkat Kesukaan Panelis pada Fruit Leather. *Cocos*. Vol. 1. No.7. hal. 1-13
- Lawalata, V. N., Ega, L., Sipahelut, S.G., dan Tetelepta, G. 2015. Mutu Organoleptik Fruit Leather Gandarian (*Bouea macrophylla*). *Jurnal Agroforestri*. Vol. X. No. 2. hal. 127-130
- Manihuruk, F. M., Suryati, T., dan Arief, I. I. 2017. Effectiveness of The Read Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel Extract as The Colorant, Antioxidant, and Antimicrobial on Beef Sausage. *Media Peternakan*. Vol. 40. No. 1. hal. 47-54
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N. M., dan Muhammad, K. 2009. Nutrient Content of Tropical Edible Seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera*, and *Sargassum polycystum*. *J. Appl. Phycol*. No. 21. hal. 75-80
- Murdinah. 2010. Penelitian Pemanfaatan Rumput laut dan Fikokoloid untuk Produk Pangan dalam Rangka Peningkatan Nilai Tambah dan Diversifikasi Pangan. Laporan Akhir Program Insentif Peningkatan Kemampuan Penelitian dan Perakayasa Tahun 2010. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan
- Nanda, T. 2016. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Naga Merah dan Pengental terhadap Karakteristik Soft Candy. Tugas Akhir. Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung

- Noor, M. I., Yufita, E., dan Zulfalina. 2016. Identifikasi Kandungan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Fitokimia. *Journal of Aceh Physics Society*. Vol. 5. No. 1. hal. 14-16
- Okala, A., Ladan, M. J., Wasagu, R. S. U., dan Shehu K. Phytochemical Studies and In Vitro Antioxidant Properties of *Ziziphus mauritiana* Fruit Extract. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. Vol. 6. No. 4. hal. 885-888
- Pareek, S. 2013. Nutritional Composition of Jujube Fruit. *Emir. J. Food Agric*. Vol. 25. No. 6. hal. 463-470
- Pramono, S. 2006. Tingkat Manfaat dan Keamanan Tanaman Obat dan Obat Tradisional. Balai Penelitian Tanaman Obat Tawangmangu, Fakultas Farmasi UGM Yogyakarta
- Putri, N. K. M., Gunawan, I. W. G., dan Suarsa, I. W. 2015. Aktivitas Antioksidan Antosianin dalam Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan Analisis Kadar Totalnya. *Jurnal Kimia*. Vol. 9. No. 2. hal. 243-251
- Rini, P. S., Nainggolan, R. J., dan Ridwansyah. 2016. Pengaruh Perbandingan Buah Sirsak (*Annona muricata* L.) dengan Bubur Bit (*Beta vulgaris*) dan Konsentrasi Gum Arab terhadap Mutu Fruit Leather. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. Vol. 4. No. 4. hal. 508-516
- Risnayanti., Sabang, S. M., dan Ratman. 2015. Analisis Perbedaan Kadar Vitamin C Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan Buah Naga Putih (*Hylocereus undatus*) yang Tumbuh Di Desa Kolono Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah. *J. Akad. Kim*. Vol. 4. No. 2. hal. 91-96
- Safitri, A. A. 2012. Studi Pembuatan Fruit Leather Mangga-Rosella. Skripsi. Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar
- Samber, L. N., Semangun, H., dan Prasetyo, B. 2013. Karakteristik Antosianin sebagai Pewarna Alalmi. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS. Vol. 10. No. 3. hal. 1-4
- Santosa., Andasuryani., dan Kurniawan, D. 2016. Karakteristik Tepung Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Hasil Kelautan*. ISSN: 2541-111x. hal. 346-361
- Sarini, A. W., Aishah, H. N., dan Zaini, M. N. 2014. Determination of Antioxidant Activity for Seven Types of Macroalgae. 5th International Conference on Food Engineering and Biotechnology. Vol. 62. No. 11. hal. 51-56
- Sayuti, K., dan Yenrina, R. 2015. Antioksidan Alami dan Sintetik. Andalas University Press. Padang
- Sidi, N. C., Widowati, E., dan Nursiwi, A. 2014. Pengaruh Penambahan Karagenan pada Karakteristik Fisikokimia dan Aensoris Friuit Leather Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dan Wortel (*Daucucus carota*). *Jurnal Aplikasi teknologi Pangan*. Vol. 3. No. 4. hal. 122-127
- Simamora, D., dan Rossy, E. 2017. Penambahan Pektin dalam Pembuatan Selai Lembaran Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*). *JOM FAPERTA*. Vol. 4. No. 2. hal. 1-14
- Winarno, F. G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia. Jakarta
- Winarti, S. 2010. Makanan Fungsional. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Wulandari, R. 2010. Pembuatan Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Dua Metode. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kimia Fakultas

Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta

Yati, K., Ladeska, V., dan Wirawan, A. P.  
2017. Isolasi Pektin dari Kulit Buah  
Naga (*Hylocereus polyrhizus*) dan  
Pemanfaatannya sebagai Pengikat  
pada Sediaan Pasta Gigi. *Media  
Farmasi*. Vol. 14. No. 1. hal. 1-16

## AUTHOR GUIDELINES

### Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

### Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

**Title**, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

**Abstract**, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

**Keywords**, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

**Introduction**, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

**Material and methods**, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

**Result and discussion**, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

**Conclusions**, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”



**Acknowledgment**, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

**References**, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

#### Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probowati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

#### Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.