

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SERBUK MENGGKUDU (*Morinda citrifolia* L) DENGAN BAHAN PENGISI MALTODEKSTRIN KIMPUL (*Xanthosoma sagittifolium*)

Antioxidant Activity of Noni Powder (Morinda citrifolia L) with Fillers of Cocoyams Maltodextrine (Xanthosoma sagittifolium)

Dedin Finatsiyatull Rosida*, Sri Djajati dan Noviya Dwi Ayu Lestari

Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya

*e-mail: rosy.upnsby@gmail.com

ABSTRAK

Pangan fungsional mengandung bahan yang dapat meningkatkan status Kesehatan. Minuman fungsional dapat berupa minuman berbentuk serbuk, mudah larut dalam air, dan praktis. Pemanfaatan buah mengkudu karena kandungan senyawa fitokimia seperti terpen, zat-zat antrakuinon, asam askorbat, asam kapilat, zat-zat scopoletin, dan alkaloid. Penggunaan teknik enkapsulasi digunakan untuk mengamankan komponen bioaktif tersebut dengan menggunakan kombinasi maltodekstrin umbi kimpul dan rumput laut *E.cottonii*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak mengkudu dan penambahan maltodekstrin kimpul dan rumput laut terhadap aktivitas antioksidan dan kualitas minuman serbuk mengkudu yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola factorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah komposisi ekstrak buah mengkudu dan air (1:1, 1:2 dan 1:3). Faktor kedua adalah komposisi bahan pengisi maltodekstrin kimpul dan rumput laut *E.cottonii* (1:1, 2:0 dan 2:1). Data dianalisis menggunakan ANOVA dengan selang kepercayaan 95% dan uji Duncan (DMRT) 5%. Hasil penelitian didapatkan pada perlakuan komposisi ekstrak mengkudu dan air (1:1) dengan penambahan maltodekstrin umbi kimpul dan rumput laut *E.cottonii* (1:1) mempunyai hasil yang optimal pada aktivitas antioksidan 84.06 %, vitamin C 73.92 mg/100 gr, total fenol 11.89 mgTAE/gr, kadar abu 3.36%, kadar air 4.59%, Nilai L* 72.70, a* 12.10, b* 16.33, dengan derajat kecerahan 65.96%, kelarutan 90,57% dan uji organoleptik meliputi rasa 2.60 (netral), aroma 2.57 (netral) dan kekentalan 3.60 (suka).

Kata kunci: aktivitas antioksidanl, buah mengkudu, maltodekstrin , umbi kimpul

ABSTRACT

Functional food contains ingredients that can improve health status and prevent certain diseases. One component for the body is antioxidants. Intake of antioxidants every day can reduce the chances of symptoms of degenerative diseases. Functional drinks can be in the form of powder drinks, are easily dissolved in water, are practical in serving and have a long shelf life. Utilization of noni fruit due to phytochemical compounds such as terpenes, anthraquinone, ascorbic acid, caprilic acid, scopoletin, and alkaloids that can be beneficial for health. There is a need for encapsulation techniques so that important compounds in noni fruit are not lost due to the process processing. The use of encapsulation techniques using a combination of cocoyams maltodextrin and E.cottonii seaweed as a filler as well as an encapsulant. This study aims to determine the effect of noni extract composition and the addition of cocoyams maltodextrin and seaweed to the quality of the noni functional product. This study used a completely randomized factorial pattern design with 2 factors. The first factor was the composition of the noni fruit extract and water (1: 1, 1: 2 and 1: 3). The second factor was

*the composition of filler materials of cocoyams maltodextrin and E.cottonii seaweed (1: 1, 2: 0 and 2: 1). Data were analyzed using ANOVA with a 95% confidence interval. If there was a real difference then proceed with the Duncan Test (DMRT) of 5%. The results showed that the best treatment was the treatment of noni extract and water (1: 1) composition with the addition of cocoyams maltodextrin and E.cottonii seaweed (1: 1). This best treatment had antioxidant activity 84.06%, vitamin C 73.92 mg / 100 gr, total phenol 11.89 mgTAE / gr, ash 3.36%, moisture 4.59%, L value * 72.70, a * 12.10, b * 16.33, with brightness degrees 65.96%, 90.57% solubility and organoleptic test (Hedonic Scale Scoring) including 2.60 taste (neutral), aroma 2.57 (neutral) and viscosity 3.60 (like).*

Keywords : functional drinks, noni fruit, maltodextrin, cocoyam, E. cottonii.

PENDAHULUAN

Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) telah lama dikenal di Indonesia sebagai tanaman obat – obatan. Mengkudu merupakan buah bergizi lengkap. menurut Wang dkk (2002) dalam Aldi dkk (2016) beberapa senyawa aktif buah mengkudu diantaranya yaitu skopoletin, alkaloid, antrakuinon (seperti nordamnakamtol, rubiadin, morindon), karoten, vitamin C, asam linoleat, alizarin, asam oktanoat, vitamin A, asam caprylat, asam ursonat dan rutin. Menurut Ayanblu *et al* (2006) dalam Sari (2015) kandungan unsur gizi, buah mengkudu memiliki manfaat antitrombolitik, antioksidan, analgesic, anti inflamasi dan dapat menurunkan tekanan darah. Buah mengkudu memiliki *flavour* yang kurang disukai dikarenakan adanya senyawa asam kaproat.

Penambahan jeruk nipis selain digunakan untuk mengurangi *flavour* dari mengkudu yang kurang disukai juga bisa digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan antioksidan pada minuman fungsional ini. Menurut (Haq dkk, 2010) didalam buah jeruk nipis terkandung banyak senyawa kimia yang bermanfaat seperti asam sitrat, asam amino (triptofan dan lisin), minyak atsiri (limonen,

linalin asetat, geranil asetat, fellandren, sitral, lemon kamfer, kadinen, aktialdehid dan anildehid), vitamin A, B1 dan vitamin C.

Beragam komponen bioaktif yang bersifat mudah menguap yang terkandung dalam buah mengkudu, sehingga diperlukan teknik untuk melindungi komponen bioaktif dalam buah mengkudu tersebut agar tidak banyak yang hilang karena proses pengolahan. Teknik yang akan digunakan untuk melindungi komponen bioaktif tersebut adalah teknik enkapsulasi Menurut Yunilawati dkk (2018) enkapsulasi adalah suatu teknik untuk melapisi atau menyalut suatu bahan aktif dengan lapisan dinding polimer sehingga menghasilkan partikel berukuran mikro ataupun nano. Pelapisan atau penyalutan ini dapat melindungi bahan aktif dari kondisi sekitar seperti cahaya, suhu, kelembaban, dan dari interaksi dengan zat lain.

Pemilihan penambahan rumput laut selain sebagai bahan penyalut, rumput laut juga dapat sebagai penstabil. Hal ini dikarenakan rumput laut biasanya dimanfaatkan untuk pembuatan karagenan. Menurut Pangestu (2017), karagenan dapat digunakan sebagai bahan penstabil karena

memiliki gugus sulfat yang bermuatan negatif di sepanjang rantai polimernya dan bersifat hidrofilik. Menurut Tunggal dan Hendrawati (2015) sifat hidrofilik yang dimiliki oleh gugus sulfat menyebabkan polimer tersebut dikelilingi molekul-molekul air yang menyebabkan air tersebut menjadi terimobilisasi dan dapat menjadikan larutan karagenan bersifat kental.

Biasanya maltodekstrin terbuat pati umbi singkong, akan tetapi pada penelitian ini pati umbi yang akan digunakan yaitu kimpul. Hasil penelitian Susanti (2018) nilai DE (*Dextrose Equivalen*) sebesar 14 dihasilkan dari maltodekstrin dari umbi kimpul menggunakan enzim α -amilase. Menurut Richana (2012) Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi terutama pati sebesar 85,68% dan kandungan amilosa sebesar 18,18%.

Pada penelitian ini, akan digunakan rumput laut dari jenis *Eucheuma cottonii*. Pemilihan spesies *Eucheuma cottonii* ini dikarenakan jenis spesies rumput laut ini merupakan spesies yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia dan dapat menghasilkan karagenan jenis kappa. Menurut Purnomo *et al* (2014) didalam kappa karagenan memiliki sifat pseudoplastik yang baik serta memungkinkan untuk bertindak sebagai mikroenkapsulan dan meningkatkan gaya adhesi antara dinding dan bahan inti sehingga dapat melindungi senyawa antioksidan saat proses thermal. Untuk itu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran ekstrak buah mengkudu

dan maltodekstrin kimpul dengan rumput laut terhadap serbuk minuman fungsional mengkudu

METODOLOGI

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman fungsional buah mengkudu adalah buah mengkudu (*Morinda citrifolia L*) yang didapatkan dari kota Gresik dan telah matang berwarna putih dan teksturnya lembek dengan usia ± 120 hari, jeruk nipis, umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang didapatkan dari pasar keputran, dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) yang didapatkan dari BBPBAP (Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau) kota Situbondo . Bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan maltodekstrin umbi kimpul adalah larutan garam konsentrasi 7,5% HCl dan NaOH, enzim α -amilase (Sigma).

Tahapan Penelitian

Pembuatan maltodekstrin umbi kimpul (Susanti 2018)

- Pati kimpul sebanyak 200 gram dilarutkan dengan aquades 1000 ml CaCl_2 200 ppm. Dilakukan pengaturan pH dengan larutan NaOH 0,1 N hingga pH larutan 6 – 7.
- Setelah itu penambahan enzim α -amilase konsentrasi 0,09% sebanyak 1,4 ml ml dilanjutkan inkubasi pada suhu 80 °C dan diinkubasi selama 90 menit sedangkan menurut Susanti (2018) dalam penelitiannya waktu yang digunakan untuk inkubasi yaitu 120 menit. Adanya perbedaan antara

penelitian dengan penelitian Susanti dikarenakan diharapkan nilai DE (*Dextrose Equivalen*) yang dihasilkan lebih rendah.

- c. Setelah itu pendinginan dan penambahan HCl 0,1 N untuk mengatur kembali pH menjadi 3-4.
- d. pH diatur kembali dengan NaOH 0,1 N agar pH 4,5 - 6,5.
- e. Langkah selanjutnya yaitu pencucian untuk menghilangkan residu-residu kimia yang tertinggal Maltodekstrin dikeringkan di *cabinet dryer* dengan suhu 50 °C. Kemudian penepungan dengan blender dan pengayakan dengan ayakan 80 mesh. Maltodekstrin diuji Nilai DE (Chen dan Voregen,2004), kadar air (AOAC, 2005) dan kelarutan (Raina, 2009).

Pembuatan Minuman Serbuk Buah Mengkudu (Rismawati, 2015 dimodifikasi)

- a. Buah mengkudu dicuci dan kemudian dilakukan blanching selama 10 menit. Kemudian dipotong dan dipisahkan dengan bijinya.
- b. Buah mengkudu dimasukkan ke dalam blender dan ditambahkan air dengan perlakuan buah dan air (1:1; 1:2 dan 1:3), dihancurkan selama 5 menit. Sari buah mengkudu disaring hingga didapatkan ekstrak mengkudu.
- c. Setelah itu, ekstrak mengkudu ditambahkan maltodekstrin kimpul dan rumput laut dengan perbandingan (2:1; 2:0 dan 1:1), dan ditambahkan putih telur sebanyak 10% kemudian *dimixer* hingga terbentuk busa. Lalu ditambahkan jeruk nipis sebanyak 5% dan dilakukan penghomogenan.

- d. Campuran ekstrak mengkudu dan maltodekstrin serta rumput laut dikeringkan dengan *cabinet dryer* dengan suhu pengeringan 60 °C selama 5 jam. Setelah kering, dilakukan pengayakan 80 mesh hingga didapatkan serbuk mengkudu. Serbuk mengkudu diuji kadar air (AOAC, 2005), abu (AOAC, 2005), total fenol (Andarwulan *et al.*, 1999), antioksidan dengan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Cheung *et al* 2003), vitamin C (Sudarmadji,2006), intensitas warna (Butar,2016) dan oranoleptik (Setyaningsih, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Baku

Hasil analisis buah mengkudu pada Tabel 1 diketahui bahwa aktivitas antioksidan hasil penelitian pada masing-masing proporsi buah dengan air 1:1, 1:2 dan 1:3 berturut turut sebesar 96,20%, 91,63% dan 84,06%. Hasil penelitian Singh *et al* (2016) pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak buah mengkudu dalam methanol menggunakan metode DPPH didapatkan sebesar 70.3 - 81.3%. Aktivitas antioksidan pada hasil penelitian ini lebih tinggi daripada penelitian Singh *et a* (2016).

Total fenol hasil penelitian pada masing-masing proporsi buah dengan air 1:2, 1:2 dan 1:3 berturut-turut sebesar 26.53 mgTAE/ml, 8.88 mgTAE/ml dan 3.44 mgTAE/ml. Pada penelitian Singh *et al* (2016) total fenol pada ekstrak buah mengkudu dengan usia 130 hari yaitu sebesar

59,2 mgGAE/gram. Hal ini menunjukkan bahwa total fenol yang dihasilkan pada penelitian lebih rendah daripada penelitian Singh *et al*, adanya perbedaan ini dikarenakan adanya perbedaan standar analisa yang digunakan pada penelitian ini digunakan standar asam tanat dan pada penelitian Singh *et al* standar yang digunakan yaitu asam galat.

Hasil penelitian maltodekstrin dari umbi kimpul didapatkan nilai DE (*Dextrose Equivalen*) yang didapat yaitu 10,06 dengan kadar air 5.07%, kelarutan 97,06% dan rendemen 94,54%. Hasil pengujian kadar air, kelarutan telah sesuai dengan SNI 7599-2010 bahwa kadar air maksimal 6% dan kelarutan maltodekstrin minimal yaitu 97%.

Tabel 1 . Hasil analisis ekstrak buah mengkudu

Komponen bioaktif	Proporsi buah dengan air		
	1:1	1:2	1:3
Aktivitas antioksidan (%)	96,20 ± 0.45	92,63 ± 0.67	84,06 ± 0.22
Total fenol (mgTAE/gram)	26,53 ± 0.13	8,88 ± 0.07	3,44 ± 0.30
Vitamin C (mg/100 gram)	92,84 ± 0.62	42,20 ± 0.62	41,36 ± 1.24

Karakteristik Minuman Fungsional Buah Mengkudu

Kadar Air

Kadar air minuman fungsional serbuk mengkudu dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar air minuman fungsional mengkudu berkisar antara 3.12 - 4.60 %. Perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) menghasilkan kadar air terendah yaitu 3.11%, sedangkan pada perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dan rumput laut (1:1) menghasilkan nilai kadar air tertinggi yaitu 4.59 %. Semakin tinggi pengenceran dan semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah

proporsi rumput laut menurunkan kadar air minuman fungsional. Hal ini dikarenakan semakin tinggi pengenceran dapat menurunkan kadar air karena semakin tinggi pengenceran akan menurunkan total padatan/serat yang dapat mengikat air sehingga pada saat pengeringan semakin banyak air yang terlepas sehingga kadar airnya menurun dan sifat maltodekstrin yang mudah berikatan dengan air namun air mudah diuapkan selama proses pengeringan sehingga kadar air semakin menurun. Menurut Hasnelly (2018) air yang terdapat dalam masing-masing bahan akan menguap selama pemanasan atau akan menjadi air terikat karena pengaruh dari bahan lain yang ditambahkan.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Air, Fenol dan Aktivitas Antioksidan Serbuk Mengkudu

Buah mengkudu dan Air	Proporsi		Kadar Air (%)	Total fenol (mgTAE/g)	Aktivitas antioksidan (%)
	Maltodekstrin dan rumput laut				
1:1	1:1		4.60 ± 0.06 ^f	11.90 ± 1.16 ^e	84.07 ± 0.22 ⁱ
	2:1		4.47 ± 0.01 ^e	9.05 ± 0.42 ^d	82.96 ± 0.45 ^h
	2:0		3.65 ± 0.01 ^d	5.82 ± 0.06 ^b	82.81 ± 0.67 ^g
1:2	1:1		4.46 ± 0.02 ^e	9.13 ± 0.43 ^d	79.65 ± 0.23 ^f
	2:1		3.37 ± 0.01 ^c	7.45 ± 0.91 ^c	78.70 ± 0.66 ^e
	2:0		3.15 ± 0.02 ^a	6.29 ± 0.30 ^{bc}	76.97 ± 0.89 ^d
1:3	1:1		3.25 ± 0.01 ^b	5.18 ± 0.03 ^{ab}	74.76 ± 0.45 ^c
	2:1		3.22 ± 0.02 ^b	5.31 ± 0.71 ^{ab}	73.66 ± 0.22 ^b
	2:0		3.12 ± 0.04 ^a	4.09 ± 0.47 ^a	70.03 ± 0.45 ^a

Keterangan : Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada $p \leq 0.05$.

Pada proporsi maltodekstrin tertinggi (2:0) menghasilkan kadar air terendah meskipun maltodekstrin memiliki sifat yang hidrofilik. Hal ini disebabkan maltodekstrin mudah berikatan dengan air tetapi air lebih mudah untuk diuapkan kembali selama proses pengeringan. Dalam air (gugus hidroksil) maltodekstrin akan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul air sekitarnya. Selama proses pengeringan, gugus hidroksil maltodekstrin melepaskan ikatan dengan air dan gugus hidroksil akan membentuk ikatan hidrogen dengan ikatan gugus hidroksil yang lain sesama monomer, sehingga semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan semakin cepat terjadi penguapan air, sehingga kadar air bahan akan semakin rendah.

Proporsi rumput laut tertinggi menghasilkan kadar air tertinggi. Hal ini dikarenakan adanya gugus sulfat yang bersifat yang mudah berikatan

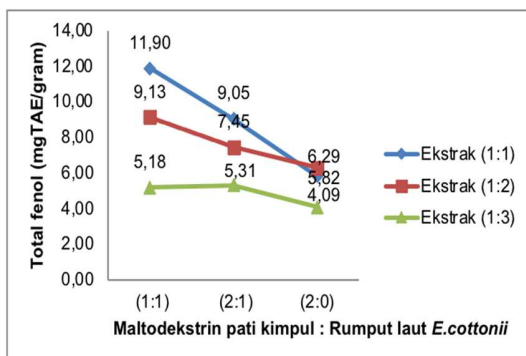
dengan air. Menurut Sidi dkk (2014), karagenan yang dihasilkan dari rumput laut merupakan senyawa hidrokoloid yang memiliki kemampuan mengikat air. Menurut Larasati (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa proporsi penambahan karagenan (mengandung serat pangan) berpengaruh terhadap kadar air yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan karagenan bersifat mudah mengikat air sebab adanya gugus sulfat bermuatan negatif disepanjang rantai polimernya.

Total Fenol

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata total fenol minuman fungsional berkisar antara 4.09 - 11.90 mg TAE/g. Pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) memiliki total fenol terendah yaitu 4.09 mgTAE/g, sedangkan proporsi buah dengan air (1:1) dan

proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) memiliki total fenol tertinggi yaitu 11,89 mgTAE/g.

Total fenol bahan baku ekstrak buah mengkudu dan air pada proporsi 1:1, 1:2 dan 1:3 berturut-turut yaitu 26,53 mgTAE/gram, 8,88 mgTAE/gram dan 3,44 mgTAE/gram. Pada produk serbuk mengkudu (Tabel 3) mengalami penurunan. Selain itu, adanya proporsi bahan pengisi *maltodekstrin* pati kimpul dan rumput laut menyebabkan total fenol minuman fungsional serbuk mengkudu mengalami penurunan. Grafik total fenol minuman fungsional dapat dilihat pada Gambar 1.



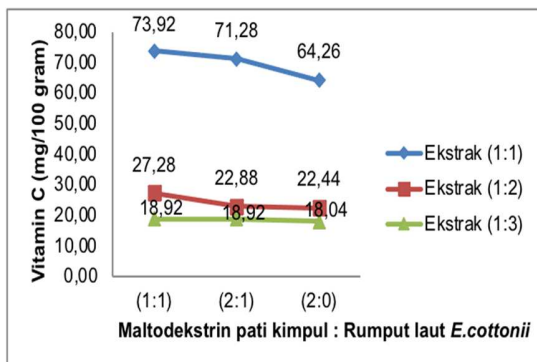
Gambar 1. Total Fenol Serbuk mengkudu

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi pengenceran dan semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut akan menurunkan total fenol minuman fungsional. Hal ini dikarenakan semakin tinggi pengenceran maka total fenol yang dihasilkan semakin rendah. Menurut Singh *et al* (2016) total fenol pada buah mengkudu sebesar 59,2 mg GAE/gram. Menurut

Yanuarti dkk (2017) menyatakan bahwa total fenol rumput laut *E. cottonii* yaitu sebesar 141 mgGAE/g.

Vitamin C

Kadar vitamin C minuman fungsional berkisar antara 18,04 - 73,92 mg/100 gr (Tabel 2). Pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) menghasilkan vitamin C terendah yaitu 18,04 mg/100 gr, sedangkan pada proporsi buah dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) menghasilkan vitamin C paling tinggi yaitu 73,92 mg/100 gr. Pada kadar vitamin C bahan baku buah mengkudu dengan air pada proporsi 1:1, 1:2 dan 1:3 berturut-turut yaitu 92,84 mg/100 gram, 42,20 mg/100 gram dan 41,36 mg/100. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa produk serbuk mengkudu mengalami penurunan selama proses pengolahan minuman fungsional. Hal ini dikarenakan adanya proporsi bahan pengisi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut sehingga vitamin C minuman fungsional dari buah dan air ke produk mengalami penurunan.



Gambar 2. Kadar Vitamin C minuman fungsional serbuk mengkudu

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi pengenceran dan semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut akan menurunkan vitamin C minuman fungsional mengkudu. Hal ini dikarenakan semakin tinggi pengenceran maka vitamin C yang dihasilkan semakin rendah. Kandungan vitamin C pada buah mengkudu yang berusia 130 hari yang tidak dilakukan blanching yaitu sebesar 86,7 mg/g (Singh *et al* 2016) dan kandungan vitamin C rumput laut sebesar 35,3 mg/100 gr (Matanjun dkk 2009). Hasil tersebut didukung oleh Sayuti dan Yerrina (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

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas antioksidan minuman fungsional mengkudu berkisar antara 70.03 - 84.07%. Pada

proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) menghasilkan aktivitas antioksidan terendah yaitu 70.02%, sedangkan proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 84.06%.

Aktivitas antioksidan bahan baku pada proporsi buah mengkudu dan air 1:1, 1:2 dan 1:3 berturut-turut yaitu 96,20%, 91,63% dan 84,06% menjadi produk serbuk mengkudu mengalami penurunan selama proses pengolahan minuman fungsional.

Menurut Kurniawan (2018) buah mengkudu mengandung flavonoid 0,0017 mg/g. Buah mengkudu mengandung komponen bioaktif seperti flavonoid, triterpen, triterpenoid dan saponin dalam jumlah yang signifikan. Senyawa flavonoid yang terkandung dalam mengkudu bermanfaat sebagai antioksidan (Nayak dkk, 2010). Buah mengkudu memiliki potensi antioksidan karena mengandung senyawa fenolik. Flavonoid merupakan kelompok terbesar dari senyawa fenolik. Senyawa flavonoid dapat menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas (Anwar dan Triyasmoro, 2016).

Menurut Sarini, dkk., (2014) aktivitas antioksidan rumput laut *E. cottonii* sebesar 67,63%. Andriani, dkk., (2015), melaporkan rumput laut *E. cottonii* mengandung senyawa aktif meliputi senyawa flavonoid, triterpenoid, steroid dan alkaloid. Menurut Yanuarti dkk (2017) menyatakan bahwa rumput laut *E. cottonii* yang dibuah dan air dengan methanol menghasilkan total fenolik 141 mgGAE/gram dan total flavonoid 17,778 mg QE/gram.

Pada proporsi maltodekstrin pati kimpul tertinggi, aktivitas antioksidan masih cukup tinggi. Hal ini dikarenakan maltodekstrin selain berperan sebagai bahan pengisi, juga dapat bertindak untuk melindungi senyawa volatile yang tidak tahan panas. Menurut Badarudin dalam Lailiyah (2014) Maltodekstrin digunakan pada proses enkapsulasi untuk melindungi senyawa volatile, melindungi senyawa yang peka terhadap oksidasi maupun panas, maltodekstrin dapat melindungi stabilitas flavour selama proses pengeringan.

Kadar Abu

Kadar abu minuman serbuk mengkudu berkisar antara 1,86% – 2,91%. Semakin tinggi pengenceran menghasilkan kadar abu yang semakin menurun pada minuman fungsional. Hal ini dikarenakan buah mengkudu sendiri memiliki kadar abu yang cukup tinggi sehingga ketika buah mengkudu yang ditambahkan semakin tinggi pada pembuatan filtrate maka kadar abu minuman fungsional juga semakin meningkat. Menurut Jones dalam Irawan dkk (2017) menyatakan

bahwa kadar abu buah mengkudu yaitu sebesar 1,20%. Buah mengkudu mengandung cukup tinggi komponen mineral diantaranya kalsium 325 mg, natrium 335 mg dan kalium 1,12 mg per 100 gram buah.

Semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut menunjukkan hasil kadar abu yang semakin menurun. Hal ini dikarenakan rumput laut berasal dari laut yang banyak mengandung garam dan mineral. Hal ini disebabkan karena rumput laut *E. cottonii* menurut Istini *et al* dalam Lencana dkk (2018) kadar abu rumput laut sebesar 17,09% dari berat basah. Bahan makanan terdiri dari bahan organik dan komponen air sebesar 96%, sedangkan sisanya berupa unsur-unsur mineral yang dikenal sebagai zat anorganik atau kadar abu, akan tetapi kadar abu tidak selalu ekuivalen dengan unsur-unsur mineral karena beberapa unsur mineral dapat hilang selama proses pemanasan (Winarno dalam Lencana dkk, 2018).

Kelarutan

Kelarutan minuman serbuk mengkudu berkisar 91,25% - 92,67%. Semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut menghasilkan kelarutan yang semakin tinggi pada minuman fungsional. Hal tersebut disebabkan maltodekstrin memiliki sifat yang mudah larut air sehingga semakin banyak proporsi maltodekstrin maka kelarutan semakin tinggi sedangkan proporsi rumput laut yang

semakin tinggi larutan cenderung berbentuk gel. Hal ini didukung oleh Winarno dalam Adawiyah (2017) maltodekstrin merupakan oligosakarida yang sangat mudah larut dalam air, mampu mengikat zat-zat yang bersifat hidrofilik sehingga mampu membentuk system yang terdispersi merata dan memperbaiki tekstur bahan pangan. Menurut Adawiyah (2017) menyatakan gugus hidroksil yang terdapat dalam maltodekstrin akan berinteraksi dengan air sehingga kelarutan serbuk akan meningkat. Semakin banyak gugus hidroksil bebas pada bahan pengisi maka semakin tinggi tingkat kelarutannya.

Menurut Tunggal dan Hendrawati (2015) gaya tolakan (repulsion) antara muatan-muatan negative sepanjang rantai polimer yaitu gugus sulfat, mengakibatkan rantai molekul menegang. Karena sifat hidrofiliknya polimer tersebut dikelilingi oleh molekul-molekul air yang terimobilisasi sehingga menyebabkan larutan karagenan bersifat kental. pada karagenan jenis kappa mengandung gugus sulfat yaitu kurang dari 23%. Peningkatan kekuatan gel berbanding lurus dengan 3,6 anhidrogalaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya. Semakin kecil kandungan sulfatnya semakin kecil pula viskositasnya tetapi konsistensi gelnya meningkat

Intensitas Warna

Pada Tabel 3 menunjukkan Nilai (*L) minuman fungsional berkisar antara 72.70 – 83.05. Pada proporsi buah dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput

laut (1:1) menghasilkan nilai (*L) terendah yaitu 72.70, sedangkan pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) menghasilkan nilai (*L) tertinggi yaitu 83.05. Semakin tinggi pengenceran dan semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut akan meningkatkan nilai (*L) minuman fungsional. Hal ini dikarenakan semakin tinggi pengenceran maka warna yang dihasilkan semakin cerah dan warna maltodekstrin yang digunakan yaitu putih sehingga semakin tinggi penambahan maltodekstrin memiliki nilai (*L) yang semakin tinggi. Rumput laut *E. cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah

Nilai a minuman fungsional berkisar 7.36 - 12.10. Pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dan rumput laut (2:0) menghasilkan nilai a paling rendah yaitu 7.36, sedangkan pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) menghasilkan nilai (*a) paling tinggi yaitu 12.10. Semakin tinggi pengenceran dan semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut akan menurunkan nilai (*a) minuman fungsional. Hal ini dikarenakan semakin tinggi pengenceran maka warna yang dihasilkan semakin cerah dan maltodekstrin yang digunakan memiliki warna putih sehingga menghasilkan nilai (*a) yang semakin rendah

Tabel 3. intensitas warna minuman fungsional serbuk mengkudu

Proporsi		(*L)	(*a)	(*b)	Derajat kecerahan (%)
Buah dan air	Maltodekstrin dan rumput laut				
(1:1)	1:1	72.71 ± 0.05 ^a	12.10 ± 0.01 ⁱ	16.33 ± 0.01 ^h	65.97 ± 0.04 ^a
	2:1	76.33 ± 0.06 ^c	10.28 ± 0.03 ^g	14.13 ± 0.03 ^f	70.58 ± 0.02 ^c
	2:0	77.12 ± 0.06 ^d	8.53 ± 0.03 ^c	9.88 ± 0.04 ^a	73.65 ± 0.03 ^d
(1:2)	1:1	74.12 ± 0.03 ^b	10.63 ± 0.01 ^h	15.42 ± 0.04 ^g	68.05 ± 0.010 ^b
	2:1	80.41 ± 0.09 ^f	9.46 ± 0.13 ^f	12.48 ± 0.29 ^e	74.92 ± 0.26 ^e
	2:0	82.00 ± 0.03 ^g	7.78 ± 0.03 ^b	10.76 ± 0.11 ^c	77.63 ± 0.08 ^g
(1:3)	1:1	77.91 ± 0.03 ^e	8.93 ± 0.01 ^e	12.43 ± 0.01 ^e	73.13 ± 0.02 ^d
	2:1	81.46 ± 0.74 ^g	8.71 ± 0.01 ^d	12.02 ± 0.01 ^d	76.25 ± 0.59 ^f
	2:0	83.06 ± 0.04 ^h	7.36 ± 0.03 ^a	10.14 ± 0.02 ^b	78.92 ± 0.03 ^h

Keterangan : nilai yang disertai huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada $p \leq 0,05$.

Nilai b minuman fungsional serbuk mengkudu berkisar 9.87 - 16.33. Pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dan rumput laut (2:0) menghasilkan nilai b paling rendah yaitu 9,87, sedangkan perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin dengan rumput laut (1:1) menghasilkan nilai b paling tinggi yaitu 16.33. Semakin tinggi pengenceran dan semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut akan menurunkan nilai (*b) minuman fungsional. Hal ini dikarenakan semakin

tinggi pengenceran maka warna yang dihasilkan semakin cerah dan maltodekstrin yang digunakan cenderung memiliki warna putih sehingga pada proporsi maltodekstrin yang tinggi maka menghasilkan nilai (*b) yang semakin rendah. Reaksi pencoklatan diduga disebabkan oleh vitamin C yang terkandung pada bahan baku yang teroksidasi selama proses pembuatan minuman fungsional sehingga menimbulkan warna coklat. Menurut Matanjung dkk (2009) rumput laut mengandung vitamin C 35,3mg/100 gram



Gambar 3. Perbedaan warna dari semua perlakuan penelitian

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa derajat putih minuman fungsional berkisar 65.96 - 78.92. Pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) menghasilkan nilai derajat putih paling rendah yaitu 65.96, sedangkan perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dengan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) menghasilkan nilai derajat kecerahan

paling tinggi yaitu 78.92. Semakin tinggi pengenceran dan semakin tinggi proporsi maltodekstrin pati kimpul atau semakin rendah proporsi rumput laut akan meningkatkan nilai derajat putih minuman fungsional. Hal ini dikarenakan semakin tinggi pengenceran maka warna yang dihasilkan semakin cerah dan warna maltodekstrin yang digunakan yaitu putih sehingga

semakin tinggi penambahan maltodekstrin memiliki nilai derajat putih yang semakin tinggi.

Nilai Organoleptik

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap rasa minuman fungsional pada perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) memiliki tingkat kesukaan tertinggi yaitu dengan jumlah rangking 202, sedangkan perlakuan pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput

laut (2:1) memiliki tingkat kesukaan terendah yaitu dengan jumlah rangking 113.5.

Menurut Blancard dan Katz dalam Pentury dkk (2013), Maltodekstrin memiliki sifat yang tidak berasa dan dikenal sebagai bahan tambahan makanan yang aman. Menurut (Bangun dan Sarwono disitasi dalam Zackiyah dkk, 2014) walaupun buah mengkudu memiliki khasiat dan kelimpahan yang cukup tinggi, namun pada faktanya tingkat konsumsi buah mengkudu masih belum optimal. Hal ini dikarenakan buah mengkudu memiliki bau tidak sedap karena mengandung asam kaproat.

Tabel 4. Nilai tingkat kesukaan minuman fungsional Mengkudu

Proporsi		Rasa	Aroma	Kekentalan
Buah dan air	Maltodekstrin dan rumput laut			
1:1	1:1	127	142	214.5
	2:1	113.5	145.5	164.5
	2:0	134	144.5	142.5
1:2	1:1	133.5	129	157
	2:1	134.5	143.5	142.5
	2:0	147.5	161.5	127
1:3	1:1	165	163.5	145
	2:1	196	155	143
	2:0	202	189.5	114

Keterangan : semakin besar nilai maka semakin disukai

Tabel 5 menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap aroma minuman fungsional pada proporsi buah mengkudu dengan air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) memiliki tingkat kesukaan tertinggi yaitu dengan jumlah rangking 189.5, sedangkan pada proporsi buah mengkudu dengan air (2:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) memiliki tingkat

kesukaan terendah yaitu dengan jumlah rangking 129.

Tingkat kesukaan panelis terhadap kekentalan minuman fungsional pada perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) memiliki tingkat kesukaan tertinggi yaitu dengan jumlah rangking 214.5, sedangkan perlakuan pada proporsi buah mengkudu dengan

air (1:3) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (2:0) memiliki tingkat kesukaan terendah yaitu dengan jumlah rangking 114.

Minuman fungsional dengan perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) memiliki tingkat kekentalan yang paling kental. Hal ini dikarenakan ekstrak yang digunakan memiliki konsentrasi paling kental dan proporsi rumput laut yang paling tinggi atau penambahan maltodekstrin pati kimpul yang semakin rendah juga memiliki kekentalan paling tinggi dikarenakan rumput laut *E.cottonii* merupakan penghasil *Kappa* karaginan yang dapat membentuk gel.

Menurut Glicksman (1983) dalam Herawati (2018), *Kappa*-karagenan adalah 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 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 dan dengan makin bertambahnya bentuk heliks akan terbentuk agregat yang bertanggung jawab terhadap terbentuknya gel yang kuat.

KESIMPULAN

Ekstrak buah mengkudu mempunyai aktivitas antioksidan sebesar 96,20% dan setelah menjadi minuman serbuk menjadi 84,06%. Tingginya kemampuan antioksidan ini dapat dimanfaatkan sebagai minuman fungsional untuk meningkatkan kesehatan. Pada riset ini menghasilkan semakin banyak proporsi air pada ekstraksi mengkudu dan penggunaan bahan pengisi maltodekstrin kimpul dan rumput laut (1:1) menurunkan total fenol, kadar vitamin C dan aktivitas antioksidan serbuk minuman mengkudu.

Minuman serbuk buah mengkudu menghasilkan kualitas optimal pada perlakuan proporsi buah mengkudu dengan air (1:1) dan proporsi maltodekstrin pati kimpul dengan rumput laut (1:1) menghasilkan aktivitas antioksidan 84.06 %, vitamin C 73.92 mg/100 gr, total fenol 11.89 mgTAE/gr, kadar abu 3.36%, kadar air 4.59%, Warna meliputi L* 72.70, a* 12.10, b* 16.33, derajat putih 65.96 dan uji organoleptik *Hedonic Scale Scoring* meliputi rasa 2.60 (netral), aroma 2.57 (netral) dan kekentalan 3.60 (suka).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian pangan fungsional herbal dan tanaman pesisir dari Hibah Skema Terapan. Kami mengucapkan terima kasih kepada UPN Veteran Jawa Timur yang telah memberikan pendanaan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. 2017. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan sukrosa terhadap sifat kimia, sifat fisik, dan organoleptik minuman instan kulit buah nanas (*Ananas comosus*). Artikel Ilmiah. Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri. Universitas Mataram.
- Aldi, Y., Amdani., dan Bachtiar, A. 2016. Aktivitas senyawa skopoletin dari buah mengkudu (*Morinda citrifolia*. L) terhadap respon fisiologi makrofag mencit putih jantan. SCIENTIA. 6 (1): 25-35.
- AOAC. 2005. *Official of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry*. Arlington: AOAC Inc.
- Andriani, Z., Fasya, A. G., dan Hanapi, A. 2015. Antibacterial Activity of The Red Algae *Euclima cottonii* Extract from Tanjung Coast, Sumenep Madura. *ALCHEMY*. 4 (2): 93-100.
- Anwar, K., Triasmoro, L. 2016. Kandungan total fenolik, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *Jurnal Pharmascience*. 3 (1): 83-92.
- Aryanti, N., Kusumastuti, Y.A., Dan Rahmawati, W. 2017. Pati talas (*colocasia esculenta* (l) schoof) sebagai alternative sumber pati industri. *Momentum*. 13 (1): 46-52.
- 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
- Chen, Z. S. H. A., A.G.J. Voregen. 2004. *Differently Sized Granules From Acetylated Potato and Sweet Potato Starches Differ in The Acetyl Substitution Pattern of Their Amylase Populations*. *Journal of Food Chemistry*. 56(2): 219 – 226.
- Cheung LM, Peter CK Cheung dan Vincent EC Ooi. 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food chemistry* 81. 249-255.
- Hasnelly., Suliasih, N., dan Nurlinda, M. S. 2018. Pengaruh konsentrasi serbuk ekstrak daun kelor (*Moringa olifera* Lam) dan tingkat kehalusan bahan terhadap karakteristik minuman instan serbuk kacang hijau (*Vigna radiate* L). *Pasundan Food Technology Journal*. 5 (1): 18-24.
- Haq, G. I., Permatasari, A., dan Sholihin, H. 2010. Efektifitas penggunaan sari buah jeruk nipis terhadap ketahanan nasi. *Skripsi. Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. Jurusan Kimia. FPMIPA. UPI.
- Herawati, H. 2018. Potensi hidrokoloid sebagai bahan tambahan pada produk pangan dan non pangan bermutu. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol 37. No 1. Hal: 17-25.
- Irawan, H. Yusmarini dan Hamzah, F. 2017. Pemanfaatan buah mengkudu dan jahe merah dalam pembuatan bubuk instan. *JOM Fakultas Pertanian*. Vol 4, No 2: 1-12
- Kurniawan, D. 2018. Aktivitas antimikroba dan antioksidan ekstrak tepung daun dan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Jurnal ilmu-ilmu peternakan*. 28 (2): 105-111.
- Lailiyah, N. 2014. Pengaruh jumlah maltodekstrin dan lama pengeringan terhadap sifat organoleptik yogurt susu kedelai bubuk. *E-Journal boga*. 3. (1): 65-78.
- Larasati, K., Patang., dan Lahming. 2017. Analisis kandungan kadar serat dan karakteristik sosis tempe dengan fortifikasi karagenan serta penggunaan tepung terigu sebagai bahan pengikat. *Jurnal pendidikan teknologi pertanian*. 3(1): 67-77.

- Lencana,s., Nopianti, R., dan Widiasturi, I. 2018. Karakteristik selai lembar Rumput laut (*Eucheuma cottoni*) dengan penambahan komposisi gula. Fishtech-Jurnal Teknologi hasil perikanan. 7 (2). Hal: 104-110.
- 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.* 21 (1): 75-80.
- Nayak, B., Shivananda, M., Julien, R., Isitor, G., dan Adogwa, A. 2010. Hypoglycemic and hepatoprotective activity of fermented fruit juice of morinda citrifolia (noni) in diabetic rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 20 (11):1-5.
- Pentury, M. H., Nursyam, H., Harahap, N., dan Soemarno. 2013. Karakterisasi maltodekstrin dari pati hipokotil mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) menggunakan beberapa metode hidrolisis enzim. *Indonesia Green Technology Journal.* 2 (1): 53-60.
- Purnomo, W., Khasanah, L. U., Dan Anandito, R. B. K. 2014. Pengaruh ratio kombinasi maltodekstrin, karagenan dan whey terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*Tectona grandis* L. F). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.* 3 (3): 121-129.
- Richana, N., 2012. Araceae Dan Dioscorea : Manfaat Umbi-Umbian Indonesia. Bandung: Nuansa.
- Sari, C. Y. 2015. Penggunaan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) untuk menurunkan tekanan darah tinggi. *Jurnal Majority.* 4 (3): 34-40.
- 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. 62 (11): 51-56.
- Sayuti, K., dan Yenrina, R. 2015. *Antioksidan Alami dan Sintetik.* Andalas University Press. Padang
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., dan Sari, M. P. 2010. Analisis Sensoris Industri Pangan dan Agro. Bogor: IPB Press.
- Sidi, N. C., Widowati, E., dan Nursiwi, A. 2014. Pengaruh Penambahan Karagenan pada Karakteristik Fisikokimia dan Aensoris *Fruuit Leather* Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dan Wortel (*Daucucus carota*). *Jurnal Aplikasi teknologi Pangan.* 3 (4): 122-127.
- Singh, D. R., Singh, S., and Banu, V. S. 2016. Changes in antioxidant and minerals in noni (*Morinda citrifolia* L) fruits during development process. *British Journal of Pharmaceutical Research.* 10(5):1-11.
- SNI 01-4320-1996. Syarat Mutu Minuman Serbuk Berdasarkan Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2010. Dekstrin Untuk Industri Pangan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2006. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Lyberty. Yogyakarta. Hal 20-23
- Susanti, F. S. 2018. Hidrolisis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) menjadi maltodekstrin menggunakan enzim α -amilase. Skripsi. Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Surabaya.
- Thirukkumar, S., Vennila, P., and Maheswari, T. U. 2017. Investigation of total antioksidant activity and phenol in indian noni fruit (*morinda citrifolia* linn.) juice extraction.

- Jurnal of Pharmacognosy and phytochemistry. 6 (2): 241-243.
- Tunggal, W. W. I., dan Hendrawati, T. Y. 2015. Pengaruh konsentrasi KOH pada ekstraksi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dalam pembuatan karagenan. KONVERSI. 4(1): 32-39.
- Winarti, S. 2008. Pemanfaatan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) untuk pembuatan *fruit leather*. AGRITECH. 28 (1): 22-27.
- Yanuarti, R., Nurjanah., Anwarm E., dan Hidayat, T. 2017. Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottonii*. JPHPI. 20 (2): 230-237.
- Zackiyah., Dwiyantri, G., dan Supriyanti, F. M. T. 2014. Buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L) sebagai sumber antioksidan pada produksi minuman fungsional yogurt. Prosiding Seminar Sains dan Pendidikan Sains IX. Fakultas Sains dan Matematika. UKSW Salatiga. 21 Juni 2014. 5 (1): 542-549.