

Water Kefir Kulit Buah Naga: Pengaruh dari Starter dan Lama Fermentasi

Water Kefir Containing Dragon Fruit Skin: Effect of Starter and Fermentation Time

Meysin Anjliany^{1*)}, Ramadhannie Fitra Pangesti¹, Ilham Akbar Mualim¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan, Indonesia
Penulis untuk korespondensi: meya629@gmail.com

Sitasi: Anjliany M, Pangesti RF, Mualim IA. 2022. Water kefir containing dragon fruit skin: effect of starter and fermentation time. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2022*. pp. 660-673. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

Utilization of red dragon fruit peels in water kefir making was one kind of optimizing dragon fruit by-products in the diversification of probiotic functional drinks. This study aimed to determine the effect of the algae crystal starter concentration and fermentation time on the physical, chemical, and microbiological characteristics of red dragon fruit peels water kefir. This study used a factorial Completely Randomized Design and significantly different treatments were tested using a further test of 5% level of Honest Significant Difference. Parameters observed were total phenol, antioxidant activity, total titrated acid, total dissolved solids, pH, total lactic acid bacteria, total plate count and qualitative phytochemical screening. The results showed that the fermentation time significantly affected the total phenol value, antioxidant activity, total acid, dissolved solids, pH, and total lactic acid bacteria. Water kefir fermented with 10% starter concentration for 24 hours had the highest antioxidant activity expressed in %IC50. Meanwhile, fermented water kefir with 5% starter concentration for 12 hours showed the lowest antioxidant activity. A2B2 treatment was chosen as the best treatment with a total phenol value of 0.0969 mg/GAE mL, the lowest IC50 value 53.96%, total acid 0.21%, soluble solids 9.57°Brix, pH 4.4, total lactic acid bacteria 7.27 log CFU /mL.

Keywords: algae crystal, fermentation, functional drink, probiotic

ABSTRAK

Pemanfaatan kulit buah naga merah dalam pembuatan *water kefir* merupakan salah satu wujud optimasi *by-product* buah naga dalam diversifikasi olahan minuman fungsional probiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *starter* kristal alga dan lama fermentasi terhadap karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologis *water kefir* kulit buah naga merah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dan perlakuan yang berbeda nyata diuji menggunakan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%. Parameter yang diamati yaitu total fenol, aktivitas antioksidan, total asam tertitrasi, total padatan terlarut, pH, total bakteri asam laktat, angka lempeng total dan skrining fitokimia secara kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai total fenol, aktivitas antioksidan, total asam, padatan terlarut, pH, dan total bakteri asam laktat. *Water kefir* yang difermentasi dengan *starter* 10% selama 24 jam memiliki aktivitas antioksidan tertinggi yang dinyatakan dalam

%IC50. Sementara itu, *water kefir* yang difermentasi dengan *starter* 5% selama 12 jam menunjukkan aktivitas antioksidan terendah. Perlakuan A2B2 dipilih sebagai perlakuan terbaik dengan nilai total fenol 0,0969 mg/GAE mL, nilai IC50 terendah 53,96%, total asam 0,21%, padatan terlarut 9,57°Brix, pH 4,4 dan total bakteri asam laktat 7,27 log CFU/mL.

Kata kunci: fermentasi, kristal alga, minuman fungsional, probiotik

PENDAHULUAN

Minuman probiotik adalah salah satu jenis pangan fungsional yang memiliki manfaat bagi kesehatan serta mengandung mikroba hidup. Minuman probiotik diolah dengan cara memanfaatkan probiotik dari beberapa jenis bakteri. Jenis bakteri probiotik yang utama adalah strain yang berasal dari jenis *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* (Purnomo, 2012). Salah satu contoh minuman probiotik adalah *water kefir*. Berdasarkan penelitian Sampurno (2015), bahwa *water kefir* memiliki rasa sedikit asam (berasa asam ringan) sehingga menjadikan prospek *water kefir* sebagai minuman kesehatan lebih banyak disukai oleh masyarakat dibandingkan *milk kefir* yang memiliki rasa asam lebih kuat. *Water kefir* menjadi salah satu alternatif bagi seseorang yang memiliki tubuh intoleran terhadap kefir jenis susu karena *water kefir* dibuat dari campuran buah-buahan. Selain itu, *water kefir* juga bermanfaat untuk menjaga keseimbangan mikro-flora usus sehingga mampu menjaga kesehatan pencernaan, mempercepat proses penyembuhan, mengatasi konstipasi, kembung, maag, luka usus, memperbaiki sirkulasi darah sehingga akan menurunkan tekanan darah dan kadar kolesterol, meningkatkan metabolisme tubuh serta melawan radikal bebas (Muizuddin & Zubaidah, 2015).

Buah naga (*Hylocereus costaricensis*) adalah tumbuhan yang berasal dari daerah beriklim tropis kering. Buah naga merupakan salah satu tanaman yang dilaporkan memiliki aktivitas antidiabetes (Ajie, 2015). Kulit buah naga selama ini jarang dimanfaatkan dan lebih sering menjadi limbah. Padahal, kulit buah naga juga memiliki kapasitas antioksidan, efek antiproliferatif, serta baik bagi kesehatan kulit (Yanty dan Siska, 2017). Hal ini berkaitan dengan senyawa aktif yang terkandung di dalamnya. Penelitian yang dilakukan oleh Yufita *et al.* (2016), menemukan bahwa kulit buah naga merah memiliki kandungan senyawa antioksidan berupa vitamin C, flavonoid, tanin, alkaloid, steroid, dan saponin. Salah satu senyawa aktif yang diduga memiliki aktivitas hipoglikemik adalah flavonoid dengan kemampuannya sebagai antioksidan (Ajie, 2015). Senyawa aktif dalam ekstrak yaitu flavanoid diduga memiliki aktivitas penghambatan terhadap enzim α -gukosidase melalui pembentukan ikatan hidrosilasi dan substitusi pada cincin β . Senyawa ini dapat meningkatkan sensitivitas insulin karena mampu menghambat kerusakan sel β sebagai penghasil insulin (Panjuantiningrum, 2010). Senyawa antioksidan alami maupun sintetik dapat mencegah terjadinya komplikasi pada penderita diabetes dan mengontrol kadar glukosa darah (Widowati, 2008). Kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) dapat juga dapat dijadikan sebagai pewarna alami pembuatan *water kefir* karena mempunyai warna merah terang tanpa harus diberi zat pewarna tambahan lain sehingga menghilangkan keraguan akan berakibat buruk pada kesehatan. Menurut Saati dan Anis (2010) dalam penelitiannya, ekstrak kulit buah naga super merah dengan pelarut air mengandung 1,1 mg/100 ml antosianin. Sementara menurut Kanner *et al.* (2001), antosianin dapat berfungsi untuk merendahkan kadar kolesterol dalam darah.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas *water kefir* yaitu konsentrasi kristal alga dan lama fermentasi. Konsentrasi kristal alga merupakan salah satu faktor yang sangat penting karena di dalamnya mengandung berbagai macam bakteri probiotik dan *yeast* yang

berperan menghasilkan asam laktat dan komponen cita rasa. Berdasarkan penelitian Purba (2018) bahwa konsentrasi kristal alga 5% pada *water kefir* anggur merah menghasilkan rasa dan aroma yang sangat asam, sementara warna menjadi putih pucat. Hasil penelitian Prastujati (2018) menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi *starter*, maka semakin tinggi kadar alkohol dan cenderung meningkatkan nilai total asam tertitrasi (TAT). Lama fermentasi dalam pembuatan *water kefir* juga sangat berpengaruh terhadap kualitas *water kefir* yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian Rohman (2019) bahwa semakin lama fermentasi, maka semakin meningkatkan total asam dan meningkatkan bakteri asam laktat, sehingga akan mempengaruhi sifat mutu hedonik pada *water kefir*. Hasil penelitian Astuti (2018) menunjukkan bahwa lama fermentasi 18 jam pada nira *water kefir* menghasilkan kualitas organoleptik dengan tingkat kesukaan paling disukai. Pemanfaatan kulit buah-buahan menjadi produk pangan dapat menjadi salah satu upaya optimasi dan diversifikasi olahan pangan. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian terkait optimasi limbah kulit buah naga sebagai minuman fungsional *water kefir* tinggi antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi konsentrasi *starter* kristal alga dan lama fermentasi terhadap karakteristik *water kefir* kulit buah naga merah.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini kulit buah naga merah (*Hylotreceus costaricensis*) yang didapatkan dari Pasar 16 Ilir Palembang, *starter* kristal alga yang dibeli secara daring melalui *e-commerce* shopee, sukrosa, dan bahan kimia untuk analisis yang dibeli dari laboratorium teknologi hasil pertanian Palembang. Alat yang digunakan antara lain botol kaca 1 liter untuk fermentasi dan alat laboratorium yang terdapat di laboratorium teknologi hasil pertanian Palembang.

Metode

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor perlakuan yaitu (A) konsentrasi *starter* yang terdiri dari 2 taraf perlakuan dan (B) lama fermentasi yang terdiri dari 3 taraf perlakuan sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali ulangan sehingga diperoleh 18 satuan percobaan. Kombinasi perlakuan A dan B adalah sebagai berikut.

A1B1 = konsentrasi *starter* 5% (b/v), difermentasi selama 12 jam

A1B2 = konsentrasi *starter* 5% (b/v), difermentasi selama 24 jam

A1B3 = konsentrasi *starter* 5% (b/v), difermentasi selama 36 jam

A2B1 = konsentrasi *starter* 10% (b/v), difermentasi selama 12 jam

A2B2 = konsentrasi *starter* 10% (b/v), difermentasi selama 24 jam

A2B3 = konsentrasi *starter* 10% (b/v), difermentasi selama 36 jam

Parameter yang diamati meliputi karakteristik fisik (total padatan terlarut), karakteristik kimia (total fenol, aktivitas antioksidan, total asam tertitrasi, pH), dan karakteristik mikrobiologis (total bakteri asam laktat, angka lempeng total). Data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan analisis keragaman (ANOVA). Perlakuan yang berpengaruh nyata diuji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Pembuatan *water kefir* kulit buah naga merah dilakukan dengan dua tahapan yaitu pembuatan sari kulit buah naga merah (Ginting *et al.*, 2019) dan fermentasi *water kefir* kulit buah naga merah (Insani *et al.*, 2018) yang telah dimodifikasi.

Pembuatan Sari Kulit Buah Naga Merah

Kulit buah naga disortasi untuk memilih kulit buah naga yang baik, kemudian dilanjutkan dengan pemotongan. Kulit buah naga dimasukan ke dalam blender dan disaring agar terpisah antara ampas dan sari.

Fermentasi *Water Kefir* Kulit Buah Naga Merah

Sari kulit buah naga ditambahkan air dengan perbandingan (1:3) dan dipasteurisasi pada suhu 71°C selama ± 15 menit. Larutan sari kulit buah naga kemudian ditambahkan sukrosa 8% (b/v) dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang atau $\pm 25^\circ\text{C}$. Larutan diinokulasi dengan penambahan *starter* kristal alga sebanyak 5% dan 10% (b/v) kemudian diaduk pelan. Toples ditutup agar fermentasi berlangsung selama 12, 24, dan 36 jam. *Water kefir* yang telah siap kemudian disaring dengan saringan 60 *mesh* untuk memisahkan larutan dan *starter* kristal alga (Insani *et al.*, 2018).

Selanjutnya dilakukan analisis laboratorium yaitu total fenol (Slinkard & Singleton, 1977), aktivitas antioksidan (Joyeux *et al.*, 1995), total asam tertitrasi (Cahyaningtyas, 2018), total padatan terlarut (AOAC, 1999), pH (AOAC, 1995), total bakteri asam laktat (Hidayat *et al.*, 2013), angka lempeng total (Ulfa dan Arfiana, 2020), dan skrining fitokimia (Fadilah *et al.*, 2021).

HASIL

Karakteristik fisik (total padatan terlarut) dan kimia (total fenol, aktivitas antioksidan, total asam tertitrasi, dan derajat keasaman) *water kefir* kulit buah naga merah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik fisikokimia *water kefir* kulit buah naga merah

Perlakuan	Rerata				
	Total Fenol (mgGAE/mL)	IC50 (%)	TAT (%)	TPT (°Brix)	pH
A1B1	0,0776 \pm 0,001 ^a	57,91 \pm 1,02	0,09 \pm 0,000 ^a	10,50 \pm 0,10	4,76 \pm 0,035 ^a
A1B2	0,0795 \pm 0,002 ^b	57,69 \pm 0,18	0,18 \pm 0,000 ^b	10,20 \pm 0,10	4,65 \pm 0,036 ^{ab}
A1B3	0,0848 \pm 0,002 ^c	56,29 \pm 0,25	0,27 \pm 0,000 ^c	9,60 \pm 0,00	4,59 \pm 0,069 ^{ab}
A2B1	0,0794 \pm 0,001 ^d	57,72 \pm 0,35	0,15 \pm 0,026 ^d	10,13 \pm 0,06	4,51 \pm 0,020 ^b
A2B2	0,0969 \pm 0,0004 ^e	53,96 \pm 1,24	0,21 \pm 0,019 ^e	9,57 \pm 0,21	4,40 \pm 0,020 ^b
A2B3	0,0907 \pm 0,002 ^f	55,41 \pm 0,84	0,28 \pm 0,016 ^e	9,30 \pm 0,10	4,10 \pm 0,021 ^b

Keterangan:

*Data ditampilkan sebagai nilai rerata \pm standar deviasi

*Superskrip huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada interaksi kedua faktor perlakuan ($P < 0,05$)

*A1B1 = konsentrasi *starter* 5% (b/v), difermentasi selama 12 jam

A1B2 = konsentrasi *starter* 5% (b/v), difermentasi selama 24 jam

A1B3 = konsentrasi *starter* 5% (b/v), difermentasi selama 36 jam

A2B1 = konsentrasi *starter* 10% (b/v), difermentasi selama 12 jam

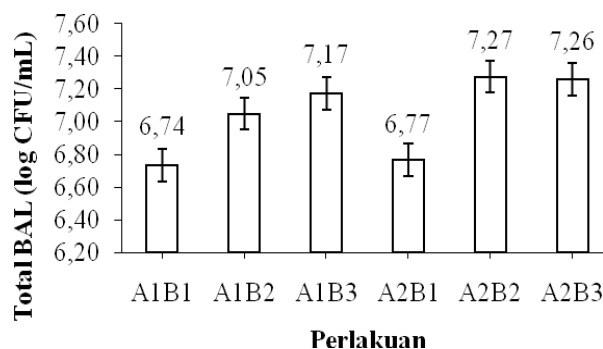
A2B2 = konsentrasi *starter* 10% (b/v), difermentasi selama 24 jam

A2B3 = konsentrasi *starter* 10% (b/v), difermentasi selama 36 jam

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan variasi konsentrasi *starter* dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai total fenol, total asam tertitrasi, dan pH. Berdasarkan uji lanjut BNJ taraf 5% terhadap nilai total fenol, setiap perlakuan berbeda nyata antara satu dengan lainnya. Sementara pada total asam tertitrasi, perlakuan A2B3 berbeda tidak nyata dengan A2B2 namun berbeda nyata dengan perlakuan

lainnya. Pada nilai pH atau derajat keasaman, A2B3 berbeda tidak nyata dengan A2B2 dan A2B1 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Karakteristik mikrobiologis *water kefir* kulit buah naga merah yaitu total bakteri asam laktat disajikan dalam grafik seperti pada Gambar 1. Sementara nilai angka lempeng total pada dilihat pada Gambar 2.



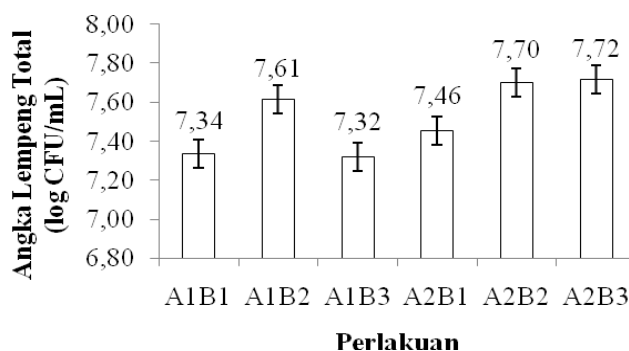
Gambar 1. Total bakteri asam laktat rerata (log CFU/mL) *water kefir* kulit buah naga merah dengan variasi konsentrasi *starter* 5% dan 10% serta difermentasi selama 12, 24, dan 36 jam. Grafik menunjukkan nilai rerata ± standar error dari 3 kali ulangan pengujian sampel.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan (B) lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap total bakteri asam laktat *water kefir* kulit buah naga merah. Hasil uji BNJ 5% menunjukkan pengaruh lama fermentasi terhadap total bakteri asam laktat *water kefir* kulit buah naga merah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji lanjut BNJ 5% pengaruh lama fermentasi terhadap total bakteri asam laktat (log CFU/mL) *water kefir* kulit buah naga merah.

Waktu Fermentasi	Nilai total rerata BAL (log CFU/mL)	BNJ 5% = 0,4202
B1 (Fermentasi 12 Jam)	6,75	A
B2 (Fermentasi 24 Jam)	7,16	Ab
B3 (Fermentasi 36 Jam)	7,22	B

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjuka perlakuan berbeda tidak nyata



Gambar 2. Nilai angka lempeng total (log CFU/mL) *water kefir* kulit buah naga merah dengan variasi konsentrasi *starter* 5% dan 10% serta difermentasi selama 12, 24, dan 36 jam. Grafik menunjukkan nilai rerata ± standar error dari 3 kali ulangan pengujian sampel.

Selain dilakukan uji kuantitatif, dilakukan pula skrining fitokimia secara kualitatif untuk menentukan komponen bioaktif yang terdapat pada *water kefir* kulit buah naga merah. Hasil pengujian skrining fitokimia *water kefir* kulit buah naga dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil skrining fitokimia *water kefir* kulit buah naga merah

Perlakuan	Uji Fitokimia			
	Alkaloid	Flavonoid	Saponin	Tanin
A1B1	+	+	+	+
A1B2	+	+	+	+
A1B3	+	+	+	+
A2B1	+	+	+	+
A2B2	+	+	+	+
A2B3	+	+	+	+

Keterangan: (+) positif = mengandung golongan senyawa
 (-) negatif = tidak mengandung golongan senyawa

PEMBAHASAN

Total Fenol

Terjadi peningkatan nilai total fenol pada semua sampel dengan perlakuan konsentrasi *starter* yang sama kecuali perlakuan A2B2 (konsentrasi *starter* 10% dan lama fermentasi 24 jam). Nilai yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan nilai total fenol pada kefir susu sapi yaitu sebesar 0,017 mg/mL (Supriyono *et al.*, 2014). Supriyono *et al.* (2014) menjelaskan bahwa peningkatan kadar polifenol susu kacang hijau selama fermentasi oleh mikroba kefir menandakan bahwa mikroba kefir mampu memproduksi polifenol sebagai metabolit sekunder.

Nilai fenol *water kefir* kulit buah naga merah dengan *starter* 10% lebih tinggi dibandingkan *water kefir* dengan *starter* 5%. Peningkatan ini terutama disebabkan oleh aksi enzim mikroba yang dihasilkan selama fermentasi. Enzim akan mendegradasi struktur dinding sel dan dilanjutkan dengan pelepasan ikatan fenolik sehingga nilai fenol meningkat (Darvishzadeh *et al.*, 2021). Berdasarkan hal itu, dapat diasumsikan bahwa semakin banyak mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi maka akan semakin meningkat pula pelepasan ikatan fenol yang terjadi. Selain itu konsentrasi mikroorganisme juga sangat berpengaruh dalam metabolisme senyawa fenolik melalui berbagai jalur biokonversi yaitu glikosilasi, deglikosilasi, pembelahan cincin, metilasi, glukuronidasi dan konjugasi sulfat, melepaskan berbagai hasil metabolisme baru (Huynh *et al.*, 2014). Sebagai contoh, bakteri asam laktat pada bibit *water kefir* berkontribusi dalam depolimerisasi komponen fenolik dengan berat molekul yang tinggi (Hur *et al.*, 2014). Selain BAL, jenis *yeast* seperti *Saccharomyces cerevisiae* yang juga terdapat dalam bibit *water kefir* terbukti dalam meningkatkan kandungan komponen fenolik bebas dedak gandum (Moore *et al.*, 2007).

Darvishzadeh *et al.* (2021) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa lama fermentasi mampu meningkatkan profil antioksidan produk termasuk polifenol dan vitamin yang ditingkatkan oleh aktivitas serangkaian enzim yang berbeda. Modifikasi sifat molekuler senyawa fenolik selama proses fermentasi melepaskan senyawa turunan baru dengan potensi aktivitas biologis seperti mengubah tingkat imunoglobulin usus dan populasi mikrobiota. Septembre-Malaterre *et al.* (2018) melaporkan bahwa peningkatan bioavailivitas polifenol selama fermentasi meningkatkan potensinya untuk menangkap radikal bebas dan meningkatkan sistem imun. Maryati *et al.* (2020) dalam penelitiannya juga menyampaikan bahwa peningkatan total fenolik dikarenakan senyawa fenolik

kompleks dalam fermentasi buah naga dan umbi bit mengalami degradasi di lingkungan asam dan oleh enzim yang dibebaskan oleh bakteri dan ragi selama fermentasi. Degradasi polifenol kompleks menjadi molekul kecil yang akhirnya menghasilkan peningkatan total senyawa fenolik. Hal ini terjadi karena senyawa fenolik dapat dengan mudah menyumbangkan gugus hidrogen hidroksil karena stabilisasi resonansi (Bhutto *et al.*, 2018). Sehingga semakin lama fermentasi, degradasi polifenol akan terjadi semakin lama dan total senyawa fenolik meningkat.

Konsentrasi *starter* dan lama fermentasi berpengaruh dalam meningkatkan nilai total fenol *water kefir* kulit buah naga merah. Meskipun demikian, peningkatan konsentrasi *starter* dan lama fermentasi tidak serta merta berbanding lurus dengan nilai total fenol kefir kulit buah naga merah. Berbagai penelitian lain juga melaporkan penurunan kandungan total fenol dan aktivitas antioksidan selama fermentasi *water kefir* baik kefir buah maupun sayuran (Randazzo *et al.*, 2016). Dengan demikian, penurunan total fenol pada A2B3 menunjukkan bahwa kandungan total fenol produk *water kefir* merupakan keseimbangan antara degradasi dan sintesis (Darvishzadeh *et al.*, 2021) dimana perlakuan optimum adalah pada sampel A2B2 (Konsentrasi *starter* 10% dan lama fermentasi 24 jam).

Aktivitas Antioksidan

Proses fermentasi meningkatkan nilai aktivitas antioksidan *water kefir* kulit buah naga merah yang dinyatakan dalam IC50. Nilai IC50 *water kefir* yang difermentasi dengan konsentrasi *starter* 5% berkisar antara 56,29% sampai 57,91% dan terjadi penurunan nilai IC50 pada setiap sampelnya. Peningkatan aktivitas antioksidan sejalan dengan peningkatan total fenol, flavonid dan asam organik (Primurdia *et al.*, 2014). Pada *water kefir* yang difermentasi dengan konsentrasi *starter* 10%, perlakuan A2B2 memiliki nilai IC50 terendah.

Hampton *et al.* (2020) menjelaskan bahwa fermentasi kefir menyebabkan sintesis komponen antioksidan seperti glutathione, asam organik dan komponen fenolik. Azi *et al.* (2020) mengukur konsentrasi isoflavon aglikon dan asam fenolat yang lebih tinggi pada minuman *whey* kedelai setelah difermentasi dengan *starter* kefir. Hal ini menunjukkan jika semakin tinggi konsentrasi *starter*, maka sintesis komponen antioksidan juga dapat berjalan semakin cepat. Namun, karena ketersediaan substrat yang tidak bertambah, maka akan dicapai titik dimana degradasi dan sintesis mencapai optimum.

Purba *et al.* (2018) dalam penelitiannya melaporkan terjadinya kenaikan aktivitas antioksidan *water kefir* anggur merah seiring dengan semakin lama fermentasi. Hal ini dapat disebabkan oleh terbentuknya senyawa fenol yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik yang bertanggungjawab terhadap kapasitas antioksidan kulit buah naga merah adalah betalains sementara senyawa non-betalains memberikan kontribusi yang sedikit (Shofiati *et al.*, 2014). Primurdia *et al.* (2014) juga menjelaskan bahwa peningkatan aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan peningkatan total fenol dan flavonoid pada bahan fermentasi bakteri.

Aktivitas antioksidan juga mengalami peningkatan dikarenakan terbentuknya asam-asam organik. Semakin lama fermentasi akan menyebabkan naiknya produksi asam dan alkohol sehingga akan menurunkan pH dari kefir tersebut (Lestari *et al.*, 2018). Peningkatan suasana asam diketahui dapat meningkatkan kestabilan antioksidan (Musdholifah dan Zubaidah, 2016). Berdasarkan Ayuratri dan Kusnadi (2017), meningkatnya aktivitas antioksidan pada fermentasi kefir juga disebabkan oleh aktivitas *yeast Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri *Lactobacillus* mampu menghasilkan enzim fenol reduktase dan melakukan dekarboksilasi asam sinamat. Asam sinamat seperti asam

firulat dan asam p-kaumarat mengalami dekarboksilasi membentuk senyawa fenol seperti 4-vinyl guaiakol (4-VG) dan 4-vinyl fenol (4-VP).

Total Asam Titrasi

Nilai total asam tertitiasi bahan baku kulit buah naga adalah 0,132%. Setelah difermentasi, nilai total asam tertitiasi pada *water kefir* kulit buah naga untuk semua perlakuan mengalami peningkatan menjadi 0,029-0,28%. Semakin tinggi konsentrasi *starter*, nilai total asam tertitiasi pada *water kefir* kulit buah naga semakin meningkat. Konsentrasi *starter* menunjukkan banyaknya bakteri asam laktat yang tersedia. Bakteri asam laktat akan merombak karbohidrat yang terdapat pada kulit buah naga menjadi asam laktat. Semakin banyak jumlah bakteri, semakin banyak pula asam laktat yang dihasilkan dan semakin tinggi nilai total asam tertitiasi. Bakteri asam laktat yang tersedia semakin banyak karena bakteri semakin aktif berkembangbiak, sehingga kemampuan menghasilkan asam laktat juga semakin tinggi (Kunaepah, 2008).

Waktu fermentasi yang semakin lama akan menyebabkan nilai total asam tertitiasi *water kefir* kulit buah naga semakin meningkat. *Water kefir* kulit buah naga yang difermentasi selama 36 jam menghasilkan nilai total asam tertitiasi paling tinggi. Semakin lama fermentasi, nilai total asam tertitiasi *water kefir* kulit buah naga semakin meningkat. Peningkatan kandungan total asam dapat disebabkan karena bakteri asam laktat akan memiliki waktu yang lebih lama dalam merombak karbohidrat dan memanfaatkan nutrisi pada kulit buah naga secara optimal, sehingga jumlah asam laktat yang dihasilkan juga semakin tinggi. Nilai total asam tertitiasi paling rendah terdapat pada *water kefir* kulit buah naga dengan konsentrasi *starter* 5% yang difermentasi selama 12 jam. Hal ini karena total asam yang dihitung berasal dari banyaknya total asam laktat yang dihasilkan. Asam laktat yang terdapat pada *water kefir* kulit buah naga berasal dari perombakan sukrosa dan fruktosa yang berasal dari gula yang ditambahkan dan sari buah kulit buah naga menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat melalui proses glikolisis. Hal ini sesuai dengan pendapat Muizuddin & Zubaidah (2015) yang menyatakan bahwa pada proses fermentasi, *yeast* akan memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang selanjutnya glukosa akan dipecah oleh *yeast* dan bakteri asam laktat untuk membentuk alkohol dan asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan dari proses perombakan sukrosa dan fruktosa oleh bakteri asam laktat menyebabkan rasa asam pada *water kefir* kulit buah naga. Hal ini sesuai dengan pendapat Barus *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa semakin banyak asam laktat yang dihasilkan dari proses fermentasi menyebabkan produk memiliki rasa yang semakin asam dan pH yang semakin rendah. Hasil penelitian ini sesuai dengan Mulyani *et al.* (2021) nilai rerata total asam pada *water kefir* belimbing manis yang difermentasi dengan lama fermentasi yang bervariasi berkisar antara 0,148%-1,116%.

Total Padatan Terlarut

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, nilai total padatan terlarut pada *water kefir* kulit buah naga untuk semua perlakuan adalah 9,30-10,20°Brix. Semakin tinggi konsentrasi *starter*, semakin sedikit jumlah substrat seperti gula dan padatan lainnya yang terlarut pada *water kefir* karena dikonsumsi untuk metabolisme yang menyebabkan nilai total padatan terlarut semakin menurun. Bakteri dan *yeast* yang terdapat dalam *starter water kefir* dapat memanfaatkan sukrosa menjadi sumber nutrisi. *Lactobacillus casei* mampu memanfaatkan sukrosa sebagai sumber nutrisi karena mampu menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang kemudian dimetabolisme menghasilkan asam piruvat (Yunus dan Zubaidah, 2015). Waktu fermentasi yang semakin lama akan menyebabkan nilai total padatan terlarut

water kefir kulit buah naga semakin rendah. *Water kefir* kulit buah naga yang difermentasi selama 12 jam menghasilkan nilai total padatan terlarut paling tinggi.

Lamanya waktu fermentasi menyebabkan tingginya aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme akan mendegradasi substrat misalnya gula dan kandungan zat terlarut lainnya dan digunakan untuk metabolisme mikroorganisme sehingga akan menyebabkan padatan terlarut semakin rendah. Semakin lama waktu fermentasi, bakteri asam laktat akan memiliki waktu yang lebih lama dalam merombak karbohidrat dan memanfaatkan nutrisi pada kulit buah naga secara optimal sehingga nilai total padatan terlarutnya semakin menurun.

Analisis pH

Semakin rendah pH, maka semakin tinggi kadar asamnya. Nilai pH *water kefir* kulit buah naga mengalami perubahan yaitu penurunan setelah proses fermentasi. Nilai pH bahan baku kulit buah naga adalah 6,94. Setelah difermentasi, nilai pH pada *water kefir* kulit buah naga untuk semua perlakuan turun menjadi 4,10-4,76. Penurunan pH pada produk fermentasi diakibatkan oleh pembentukan asam organik oleh BAL yang mensintesis gula dalam substrat menjadi lebih sederhana dan menghasilkan asam. Semakin tinggi konsentrasi *starter* akan semakin menurunkan nilai pH atau semakin asam. Hal ini karena di dalam *starter* terdapat bakteri asam laktat (BAL) yang dapat merombak glukosa menjadi asam laktat. Terbentuknya asam laktat selama fermentasi akan meningkatkan jumlah ion H⁺ dalam larutan sehingga pH semakin menurun. Pembentukan ion H⁺ selama fermentasi akan menurunkan nilai pH karena asam laktat yang terbentuk semakin banyak (Sutedjo & Nisa, 2015). Penambahan konsentrasi *starter* yang semakin tinggi juga menyebabkan glukosa yang dipecah oleh bakteri asam laktat semakin banyak, sehingga produksi asam laktat yang dihasilkan juga semakin tinggi yang menyebabkan nilai pH menurun.

Water kefir yang difermentasi selama 12 jam menghasilkan nilai pH paling tinggi. Semakin lama fermentasi akan menurunkan nilai pH seiring dengan meningkatnya total asam *water kefir* kulit buah naga. Peningkatan kandungan total asam dapat disebabkan karena semakin lama waktu fermentasi yang digunakan bakteri asam laktat akan memiliki waktu yang lebih lama dalam merombak karbohidrat dan memanfaatkan nutrisi pada kulit buah naga secara optimal, sehingga jumlah asam laktat yang dihasilkan juga semakin tinggi dan pH menurun. Nilai pH semakin menurun seiring dengan peningkatan total asam. Total asam berkaitan erat dengan total bakteri asam laktat, semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak pula bakteri asam laktat yang tumbuh, sehingga bakteri asam laktat yang semakin banyak dapat menghasilkan asam laktat yang semakin banyak pula dari proses metabolisme (Mulyani *et al.*, 2021).

Total Bakteri Asam Laktat

Semakin lama waktu fermentasi, jumlah bakteri asam laktat semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena bakteri dapat memanfaatkan nutrisi pada kulit buah naga dan gula secara optimal untuk tumbuh dan bermetabolisme. Fruktosa dipecah oleh BAL untuk bertumbuh menjadi asam laktat dan asam-asam organik lainnya. Fiorda *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa selama fermentasi sukrosa tidak hanya dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat tetapi juga dimanfaatkan oleh ragi dan bakteri asam asetat untuk melakukan metabolisme. Meningkatnya total bakteri asam laktat juga dapat meningkatkan jumlah asam laktat yang dihasilkan, dimana semakin tinggi asam laktat pada produk maka semakin rendah pH yang dihasilkan (Kumalasari *et al.*, 2013). Apabila waktu fermentasi yang diberikan lebih lama daripada rata-rata waktu fermentasi pada *water kefir* dapat

menyebabkan penurunan jumlah mikroorganisme. Hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme akan mengalami fase terakhir dari pertumbuhan yaitu fase kematian. Dimana jumlah nutrisi atau substrat tidak cukup dimanfaatkan mikroorganisme untuk tumbuh. Lama fermentasi yang berlebihan akan menghasilkan bakteri asam laktat yang berlebihan, ataupun penurunan bakteri asam laktat akibat berkurangnya kebutuhan nutrisi sehingga menyebabkan kegagalan dalam fermentasi (Talattof, 2019).

Angka Lempeng Total

Menurut Danilovic *et al.* (2019) dan Randazzo *et al.* (2016), bibit *water kefir* terdiri dari lebih 50 jenis mikroorganisme yang tergabung dalam matriks polisakarida dimana 65-85%-nya merupakan kelompok bakteri asam laktat. Sebesar 74% dari keseluruhan bakteri asam laktat pada bibit kefir tergolong dalam kelompok heterofermentatif seperti *Tactococci* dan *Streptococci* sementara 26% lainnya termasuk homofermentatif misalnya *Lactobacilli*. Mikroorganisme pada bibit *water kefir* bekerja secara sinergis dimana *yeast Saccharomyces cerevisiae* akan menghasilkan asam amino esensial dan nutrisi lainnya seperti leusin, isoleusin, metionin, tripsin, triptofan dan vitamin B6 yang dapat menunjang pertumbuhan bakteri asam laktat (Stadie *et al.*, 2013).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai ALT pada *water kefir* kulit buah naga merah berkisar antara 5,50 log CFU/mL sampai 6,78 log CFU/mL. Setelah dilakukan uji lanjut, diketahui bahwa baik konsentrasi *starter*, lama fermentasi maupun interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai ALT. Meskipun demikian, terlihat adanya peningkatan nilai ALT dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Rohman *et al.* (2019) menjelaskan bahwa selain dipengaruhi oleh kondisi lingkungan fermentasi seperti pH dan suhu larutan, populasi *yeast* pada kefir juga dipengaruhi oleh lama fermentasi. Populasi *yeast* akan terus meningkat sejalan dengan lama waktu fermentasi hingga dicapai titik jenuh dimana substrat sebagai sumber nutrisi *yeast* habis. Populasi *yeast* akan menurun apabila fermentasi dilanjutkan. Hal ini dikarenakan pH yang semakin alkalis dan konsentrasi gas CO₂ yang semakin tinggi akan menekan pertumbuhan *yeast* yang sifatnya aerob (Anwar *et al.*, 2012).

Skrining Fitokimia

Hasil skrining fitokimia *water kefir* kulit buah naga merah dapat dilihat pada Tabel 4.14. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap perlakuan positif mengandung alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin sebagai komponen bioaktif. Hasil yang didapatkan sejalan dengan penelitian Yufita *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa kulit buah naga merah memiliki kandungan senyawa antioksidan seperti vitamin C, flavonoid, tanin, alkaloid, steroid dan saponin. Suhartati dan Roziqin (2017) dalam penelitiannya juga menyampaikan bahwa ekstrak etanol kulit buah naga merah menunjukkan hasil positif terhadap pemeriksaan alkaloid, saponin, dan tanin. Kandungan-kandungan ini diduga memberikan pengaruh besar terhadap nilai aktivitas antioksidan *water kefir* kulit buah naga merah yang dikategorikan kuat. Yusriyani dan Syarifuddin (2021) menyampaikan hal yang sama bahwa senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan adalah flavonoid dan senyawa fenolik. Sementara itu, senyawa bioaktif lain yaitu saponin mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak membran sitoplasma dan tanin diduga dapat mengkerutkan dinding sel sehingga akan mengganggu permeabilitas sel bakteri patogen (Suhartati & Roziqin, 2017).

KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi starter kristal alga dan lama fermentasi dapat meningkatkan nilai total fenol, aktivitas antioksidan, total asam, padatan terlarut dan nilai pH. Perlakuan A2B2 dipilih sebagai perlakuan terbaik dengan nilai total fenol 0,0969 mg/GAE mL, nilai IC50 terendah 53,96%, total asam tertitrisasi 0,21%, total padatan terlarut 9,57°Brix, pH 4,4, total bakteri asam laktat 7,27 log CFU/mL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada pihak yang memberikan dukungan dalam penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyuni R, Widayat HP, Rohaya S. 2017. Pemanfaatan limbah kulit buah naga (*Hylocereus costaricensis*) dalam pembuatan teh herbal dengan penambahan jahe. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. 2 (3).
- Ajie RB. 2015. *White dragon fruits (Hylocereus undatus) potential as diabetes mellitus treatment*. *J. Majority*. 4 (1): 69-72.
- Anwar MS, Al-Baarri AN, Legowo AM. 2012. Volume gas, pH dan kadar alkohol pada proses produksi bioetanol dari *acid whey* yang difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1 (4): 133-136.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis (14th ed)*. Washington DC: Association of Official Analytical Chemistry Inc.
- AOAC. 1999. *Official methods of analysis (16th ed)*. Washington DC: Association of Official Analytical Chemistry Inc.
- Ayuratri MK, Kusnadi J. 2017. Aktivitas antibakteri kombucha jahe (*Zingiber officinale*) (kajian varietas jahe dan konsentrasi madu). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5 (3): 95-107.
- Azi F, Tu C, Rasheed HA, Dong M. 2020. *Comparative study of the phenolics, antioxidant and metagenomic composition of novel soy whey-based beverages produced using three different water kefir microbiota*. *International Journal of Food Science & Technology*. 55 (4): 1689-1697.
- Barus EPB, Rizqiati H, Bintoro VP. 2019. Total bakteri asam laktat, nilai pH, total padatan terlarut, dan sifat organoleptik cocofir dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*. 3 (2): 247-252.
- Bhutto AA, Kalay S, Sherazi STH, Culha M. 2018. *Quantitative structure–activity relationship between antioxidant capacity of phenolic compounds and the plasmonic properties of silver nanoparticles*. *Talanta*. 189: 174-181. DOI: 10.1016/j.talanta.2018.06.080
- Danilović B, Dordevic N, Savic, D. 2019. *Microbiological and chemical changes during two-phase fermentation of kefir*. *Advanced Technologies*. 8 (1): 5-9.
- Darvishzadeh P, Orsat V, Martinez JL. 2021. *Process optimization for development of a novel water kefir drink with high antioxidant activity and potential probiotic properties from russian olive fruit (Elaeagnus angustifolia)*. *Food and Bioprocess Technology*. 14 (24): 248–260. DOI: 10.1007/s11947-020-02563-1.
- Fadilah NN, Fitriana AS, Prabandari R. 2021. Pengaruh lama waktu penyeduhan dan bentuk sediaan teh herbal kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap

- aktivitas antioksidan. *Di dalam: Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (SNPPKM)*; Purwokerto, 6 Oktober 2021. Purwokerto: PEI. p. 383-389. ISSN: 2809-2767.
- Fiorda FA, de-Melo Pereira GV, Thomaz-Soccol V, Rakshit SK, Pagnoncelli MGB, de-Souza Vandenberghe LP, Soccol CR. 2017. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation-A review. *Food Microbiology*. 66: 86-95.
- Ginting SO, Bintoro VP, Rizqiati H. 2019. Analisis total bal, total padatan terlarut, kadar alkohol, dan mutu hedonik pada kefir susu sapi dengan variasi konsentrasi sari buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). 3 (1): 104-109.
- Hampton J, Tang C, Subash AJ, Serventi L. 2021. Assessment of pear juice and puree as a fermentation matrix for water kefir. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45 (3). DOI: 10.1111/jfpp.15223.
- Hur SJ, Lee SY, Kim YC, Choi I, Kim GB. 2014. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*. 160: 346–356.
- Huynh NT, Van-Camp J, Smagghe G, Raes K. 2014. Improved release and metabolism of flavonoids by steered fermentation processes: a review. *International Journal of Molecular Sciences*. 15 (11): 19369–19388. DOI: 10.3390/ijms151119369.
- Insani H, Rizqiati H, Pratama Y. 2018. Pengaruh variasi konsentrasi sukrosa terhadap total yeast, total padatan terlarut, kadar alkohol dan mutu hedonik pada water kefir buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 2 (2): 90-95.
- Joyeux MA, Lobsterin R, Anton FM. 1995. Comparative antiliperoxidant, antinecrotic and scavenging properties of terpenes and biflavones from ginkgo and some flavonoids. *Journal of Planta Medica*. 61: 126-129.
- Kanner J, Harel S, Granit R. 2001. Betalains. A New Class of Dietary Cationized Antioxidants. *J. Agr. Food Chem*. 49: 5178-5185.
- Kumalasari KED, Legowo AM, Al-Baari AN. 2013. Total bakteri asam laktat, kadar laktosa, ph, keasaman, kesukaan drink yogurt dengan penambahan ekstrak buah kelengkeng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2 (4).
- Kunaepah U. 2008. Pengaruh lama fermentasi dan konsentrasi glukosa terhadap aktivitas antibakteri, polifenol total dan mutu kimia kefir susu kacang merah [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Lestari MW, Bintoro VP, Rizqiati H. 2018. Effect of fermentation time on acidity, viscosity, alcohol concentration, and hedonic quality of coconut (*Cocos nucifera*) Water Kefir. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2 (1): 8-13.
- Maryati Y, Susilowati A, Artanti N, Lotulung PDN, Aspiyanto. 2020. Effect of fermentation on antioxidant activities and betacyanin content of functional beverages from dragon fruit and beetroot. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 7 (1).
- Moore J, Cheng Z, Hao J, Guo G, Liu JG, Lin C. 2007. Effects of solid-state yeast treatment on the antioxidant properties and protein and fiber compositions of common hard wheat bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 (25): 10173–10182.
- Mulyani S, Sunarko KMF, Setiani BE. 2021. Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam, total bakteri asam laktat dan warna water kefir belimbing manis (*Averrhoa carambola*). *Jurnal Ilmiah Sains*. 21 (2): 113-119.
- Musdholifah, Zubaidah E. 2016. Studi aktivitas antioksidan kefir teh daun sirsak dari berbagai merk dipasaran. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4 (1): 29-39.
- Panjuantiningrum F. 2010. Pengaruh pemberian buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) terhadap kadar glukosa darah tikus putih yang diinduksi aloksan [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret

- Primurdia, Galuh E, Kusnadi J. 2014. Aktivitas antioksidan minuman probiotik sari kurma (*Phoenix dactylifera L.*) dengan isolat *L. plantarum* dan *L. casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (3): 98-109.
- Purba, Pavita A, Dwiloka B, Rizqiyati H. 2018. Pengaruh lama fermentasi terhadap total bakteri asam laktat (BAL), viskositas, aktivitas antioksidan, dan organoleptik water kefir anggur merah (*Vitis vinifera L.*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 2 (1).
- Purnomo H. 2012. *Teknologi pengolahan dan pengawetan daging*. Malang: UB Press.
- Randazzo W, Corona O, Guarcello R, Francesca N, Germana MA, Erten H, Moschetti G, Settani L. 2016. Development of new nondairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms. *Food Microbiology*. 54: 40-51.
- Saati, Anis E. 2010. Identifikasi dan uji kualitas pigmen kulit buah naga merah (*Hylocareus costaricensis*) pada beberapa umur simpan dengan perbedaan jenis pelarut. *Jurnal Gamma*. 6 (1).
- Sampurno A, Cahyanti AN. 2015. Variasi jenis gula tebu terhadap derajat brix, ph, total asam, dan kesukaan panelis pada water kefir. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 11 (2): 34-39.
- Septembre-Malaterre A, Remize F, Poucheret P. 2018. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*. 104: 86–99. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.09.031.
- Shofiati A, Andriani MAM, Anam C. 2014. *Study of antioxidant capacity and sensory acceptance of dragon fruit peel teabag addition of lemon peel and stevia*. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3 (2).
- Slinkard K, Singleton VL. 1977. *Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods*. *American Journal of Enology and Viticulture*. (28): 49-55.
- Stadie J, Gilitz A, Ehrmann MA, Vogel RF. 2013. *Metabolic activity and symbiotic interactions of lactic acid bacteria and yeasts isolated from water kefir*. *Food Microbiology*. 35 (2): 92-98. DOI: 10.1016/j.fm.2013.03.009.
- Suhartati R, Roziqin DA. 2017. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit buah naga merah (*Hylotreceus polyrhizus*) terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 17(2).
- Supriyono T, Murwani R, Nurrahman. 2014. Kandungan beta karoten, polifenol total dan aktifitas “merantas” radikal bebas kefir susu kacang hijau (*Vigna radiata*) oleh pengaruh jumlah starter (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Candida kefir*) dan konsentrasi glukosa. *Jurnal Gizi Indonesia*. 2 (2): 65-71.
- Sutedjo KSD, Nisa FC. 2015. Konsentrasi sari belimbing (*Averrhoa carambola L.*) dan lama fermentasi terhadap karakteristik fisio-kimia dan mikrobiologi yoghurt. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (2):582-593.
- Talattof HA, Asngad A. 2019. Kualitas water kefir buah Sirsak dengan konsentrasi Starter kristal alga dan lama fermentasi yang berbeda [Tesis]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ulfa NM, Arfiana N. 2020. Efektivitas penggunaan oral antidiabetes kombinasi glimepiride dengan pioglitazone pada pasien diabetes mellitus tipe 2. *Journal of Pharmacy and Science*. 5 (1).
- Wicaksono G, Elok Z. 2015. Pengaruh karagenan dan lama perebusan daun sirsak terhadap mutu dan karakteristik *jelly drink* daun sirsak. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (1): 281-291.
- Widowati W. 2008. Potensi antioksidan sebagai antidiabetes. *Maranatha Journal of Medicine and Health*. 7 (2): 1-11.

- Yanty YN, Siska VA. 2017. Ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai antioksidan dalam formulasi sediaan *lotion*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 3 (2): 166-172.
- Yufita E, Zulfalina, Noor MI, 2016. Identifikasi kandungan ekstrak kulit buah naga merah menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR) dan fitokimia. *JacPS*. 5 (1): 14-16.
- Yunus Y, Zubaidah E. 2015. *The effect of sucrose concentration and fermentation time to viability of Lactobacillus casei during frozen storage for velva from ambon banana*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (2): 303-312.
- Yusriyani, Syarifuddin KA. 2021. Uji aktivitas antioksidan fraksi polar ekstrak kulit buah naga merah menggunakan metode dpph (1,1 diphenyl-2-picryl hydrazil). *Jurnal Kesehatan Yamsi Makassar*. 5 (2): 59-67. ISSN: 2548-8279.