

Karakteristik Minuman Sari Lemon (*Citrus limon*) dengan Penambahan Konsentrasi Kolagen yang Berbeda

Characteristics of Lemon (*Citrus limon*) Juice Drink with the Addition of Different Collagen Concentrations

Lola Anandya Inke*, Ahmad Sapta Zuidar, Dyah Koesoemawardani, Siti Nurdjanah

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung, Lampung 35145, Indonesia

*Penulis korepondensi: Lola Anandya Inke, Email: lolaanandya30@gmail.com

Submisi: 21 September 2020; Revisi: 26 Agustus 2021, 16 Oktober 2021; Diterima: 11 Desember 2021;
Dipublikasi: 28 November 2022

ABSTRAK

Minuman sari lemon kolagen merupakan salah satu minuman fungsional yang mudah diserap oleh tubuh, namun kolagen yang berasal dari ikan memiliki aroma amis sehingga dapat dikombinasikan dengan sari buah lemon untuk menutupi aroma amis tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi kolagen yang tepat sehingga menghasilkan minuman sari lemon kolagen berbasis sari buah lemon dengan karakteristik fisikokimia, mikrobiologi, dan sensori terbaik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 6 perlakuan level konsentrasi kolagen yang berbeda, yaitu 0,5% (K1), 1% (K2), 1,5% (K3), 2% (K4), 2,5% (K5), dan 3% (K6) dengan 4 kali ulangan. Proses pembuatan dilakukan dengan mencampurkan sari lemon dan gula pasir, kemudian ditambahkan kolagen dan air yang sudah disaring dengan UV dan dipanaskan sambil diaduk hingga suhu ± 60 °C, lalu dimasukkan ke dalam botol kaca dan dilakukan pasteurisasi dengan suhu $\pm 75-85$ °C selama 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi kolagen berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik (tingkat kekeruhan, viskositas, dan pH), karakteristik mikrobiologi (total mikroba), dan karakteristik sensori. Minuman sari lemon kolagen berbasis sari buah lemon terbaik diperoleh pada konsentrasi kolagen 1,5% (K3) dengan aroma agak khas lemon (3,11), rasa yang khas lemon (3,71), warna putih sedikit kekuningan (2,34), penerimaan keseluruhan suka (3,53), persen transmattan 67,20%, viskositas 1,19 cP, pH 4,07, dan total mikroba $1,2 \times 10^2$ koloni/mL. Minuman sari lemon kolagen ini mengandung kadar protein sebesar $1,34 \pm 0,04\%$, kadar vitamin C sebesar $0,018 \pm 0,00$ mg/mL, dan aktivitas antioksidan sebesar $19,39 \pm 0,08\%$.

Kata kunci: Kolagen; minuman kolagen; sari buah lemon

ABSTRACT

Collagen lemon juice is one of the functional drinks that is easily absorbed by the body. Fish collagen has a fishy odor but it can be combined with lemon juice to cover the fishy aroma. Therefore, this study aims to obtain the concentration of collagen that produces lemon collagen drink with the best physicochemical, microbiological, and sensory characteristics. A completely randomized block design was used with 6 treatments of different collagen concentration levels, namely 0.5% (K1), 1% (K2), 1.5% (K3), 2% (K4), 2.5% (K5), and 3% (K6) with 4 replications. The manufacturing process was carried out by mixing lemon juice and sugar, then collagen and water that has been filtered with UV were added. The mixture was heated while stirring to a temperature of ± 60 °C, then placed into a glass bottle and pasteurized at a temperature of $\pm 75-85$ °C for 10 minutes. The results

showed that the concentration of collagen had a significant effect on physical characteristics including turbidity level, viscosity, and pH, microbiological characteristics specifically total microbes, and sensory characteristics. The best drink was obtained from 1.5% concentration of collagen (K3) with a rather typical lemon aroma 3.11, typical lemon taste 3.71, a slightly yellowish white color 2.34, liked overall acceptance of 3.53, percent transmittance 67.20%, viscosity 1.19 cP, pH 4.07, and total microbial 1.2×10^2 colonies/mL. This lemon collagen drink contains protein content of $1.34 \pm 0.04\%$, vitamin C of 0.018 ± 0.00 mg/mL, and antioxidant activity of $19.39 \pm 0.08\%$.

Keywords: Collagen; collagen drink; lemon juice

PENDAHULUAN

Minuman fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh kini telah menjadi tren dimasyarakat yang dibuktikan dengan adanya beberapa produk diantaranya, minuman instan jahe (Rifkowitz dan Martanto, 2016), liang teh daun salam (Palupi dan Widyaningsih, 2015), serta minuman berbasis kolagen (Maharani, 2018; Bilek dan Bayram, 2015; Rachmat, 2016). Kolagen merupakan protein utama dalam jaringan ikat manusia yang jumlahnya mencapai 30% dari total protein dalam tubuh dan dapat ditemukan dalam jaringan otot, tulang, kulit, dan pembuluh darah (Hashim dkk., 2015; Shon dkk., 2011). Pada dasarnya, tubuh dapat mensintesis kolagen melalui sel fibroblas, tetapi proses tersebut akan melambat ketika manusia berusia 25 tahun dan terus menurun seiring dengan penuaan usia manusia (Kamcharov dkk., 2016). Oleh karena itu, minuman sari lemon kolagen dapat menjadi salah satu upaya untuk memenuhi asupan kolagen. Menurut Bilek dan Bayram (2015), minuman sari lemon kolagen telah dikonsumsi secara meluas dan menyumbang 12,5% dari total pangsa pasar minuman fungsional yaitu sebesar 28,9% di Eropa, 31,1% di Amerika Serikat dan 38,4% di Jepang. Produk berbasis kolagen memiliki peluang besar dan diperkirakan tumbuh pesat di pasar Asia Pasifik (Omar dkk., 2016).

Alternatif asupan kolagen yang dapat digunakan berasal hewan laut, seperti tulang ikan nila, bandeng, dan tenggiri (Darmanto dkk., 2012). Meskipun demikian, kolagen ikan memiliki aroma amis yang kurang disukai yang dimungkinkan akibat adanya senyawa trimetilamin yang terbawa (Puspitarini dkk., 2014) dan oksidasi lipid pada saat proses ekstraksi (Plavan dkk., 2014). Upaya yang dapat dilakukan untuk menutupi aroma amis kolagen yaitu menggunakan sari buah lemon. Sari buah lemon mengandung senyawa aromatis berupa limonen yang dapat digunakan untuk menutupi aroma tidak sedap (Chen, 2012; Karabagias, 2017). Sari buah lemon memiliki pH asam, yaitu $\pm 2-3$ dan vitamin C sebanyak ± 53 mg/100 g (Dev dan Nidhi, 2016; Nizhar, 2012). Menurut Normah dan Maidzatul (2018), pH kolagen yang semakin jauh dari

titik isoelektriknya menyebabkan terjadinya perubahan muatan ionik yang berakibat pada peningkatan kelarutan kolagen sehingga diduga akan larut sempurna pada sari buah lemon.

Penggunaan sari buah lemon dapat menutupi aroma amis dan meningkatkan kelarutan kolagen sehingga pada penelitian ini dilakukan pembuatan minuman sari lemon kolagen berbasis sari buah lemon. Hal ini didukung oleh Bilek dan Bayram (2015) yang menyatakan bahwa minuman sari lemon kolagen jeruk dan jeruk-anggur hijau tidak membutuhkan penambahan aroma *mint*, sedangkan pada minuman sari lemon kolagen apel dan apel-anggur hijau membutuhkan aroma *mint* untuk menyamarkan aroma amis. Beberapa penelitian mengenai minuman kolagen juga telah dilakukan diantaranya adalah penambahan kolagen sebanyak 0,3% pada minuman jeli (Maharani, 2018) dan penambahan kolagen sebanyak 2,5% pada jus jeruk, jus jeruk-anggur hijau, jus apel, dan jus apel-anggur hijau (Bilek dan Bayram, 2015). Dengan demikian, minuman sari lemon kolagen dapat menjadi salah satu minuman fungsional yang dapat dikembangkan sebagai asupan kolagen sehari-hari. Konsentrasi kolagen berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia, mikrobiologi, dan sensori pada minuman sari lemon kolagen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi kolagen yang tepat sehingga menghasilkan minuman sari lemon kolagen dengan karakteristik fisikokimia, mikrobiologi, dan sensori yang diinginkan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan pembuatan minuman sari lemon kolagen adalah buah lemon lokal yang diperoleh dari Pasar Koga Bandar Lampung, kolagen ikan bubuk yang diperoleh dari PT. AOBI Indonesia (Jakarta, Indonesia), air yang sudah difiltrasi dengan UV, dan gula pasir (merk Gulaku).

Alat

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan minuman sari lemon kolagen antara lain *hand squeezer*, pisau, panci, kompor, sendok, saringan,

timbangan analitik, termometer, botol kaca, dan gelas ukur. Sementara alat-alat yang digunakan dalam analisis antara lain pH meter (Adwa AD12, Hungaria), viscometer (Normalab viscometer serial 100, Perancis), spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific Genesys 10S UV-Vis, Amerika Serikat).

Pembuatan Minuman Sari Lemon Kolagen

Pembuatan minuman sari lemon kolagen dilakukan berdasarkan Sharma dkk. (2014) dan Bilek dan Bayram (2015) yang dimodifikasi. Pembuatan sari lemon dilakukan dengan pencucian buah lemon, lalu buah lemon dipotong menjadi dua bagian dan diperas. Sari lemon yang telah diperoleh kemudian disaring. Sari lemon diambil sebanyak 10 mL dan dicampurkan dengan 11% (b/v) gula pasir dari total larutan sebanyak 100 mL (Tabel 1). Selanjutnya, penambahan kolagen pada 6 level konsentrasi, yaitu 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% (b/v), lalu ditambahkan air yang sudah disaring dengan UV hingga mencapai volume 100 mL. Selanjutnya, larutan sari lemon kolagen dipanaskan sambil diaduk hingga suhu ± 60 °C. Minuman sari lemon kolagen dikemas ke dalam botol kaca dan dilakukan pasteurisasi pada suhu $\pm 75-85$ °C selama 10 menit (Gambar 1).

Uji Organoleptik

Sampel minuman sari lemon kolagen (15-20 mL) dilakukan uji organoleptik yang disajikan dalam keadaan dingin (suhu ± 5 °C). Uji organoleptik dengan metode uji skoring dilakukan oleh 20 orang panelis semi terlatih untuk atribut warna, aroma, dan rasa sedangkan metode uji hedonik dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih untuk atribut penerimaan keseluruhan (Nuraini dan Nawansih, 2006; Sharif dkk., 2017). Adapun kriteria penilaian yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tingkat Kekeruhan

Pengukuran tingkat kekeruhan dilakukan berdasarkan metode JBT Corporation (2018) yang



Gambar 1. Sampel minuman sari lemon kolagen

dimodifikasi. Sampel minuman sari lemon kolagen disentrifugasi dengan kecepatan sebesar 3000 rpm selama 7 menit. Supernatan diukur nilai persen transmittan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang sebesar 650 nm dan blanko berupa aquades.

Viskositas

Pengukuran viskositas mengacu pada metode ASTM D445 (2009) dengan menggunakan *viscometer* (Normalab viscometer serial 100). Sampel minuman sari lemon kolagen dimasukkan kedalam tabung melalui *bulb* yang berdiameter paling besar hingga memenuhi *bulb* tersebut (volume sampel $\pm 11,6$ mL) dan sampel dibiarkan mengalir menuju *bulb* yang berdiameter lebih kecil. Catat waktu yang dibutuhkan sampel untuk mengalir dan nilai viskositas ditentukan dengan Persamaan 1 dan 2.

$$\text{Viskositas (mm}^2/\text{s)} = \text{waktu (s)} \times \text{faktor kalibrasi} \quad (1)$$

$$\text{Viskositas (cP)} = \text{viskositas (mm}^2/\text{s)} \times \text{massa jenis} \quad (2)$$

Tabel 1. Formulasi perlakuan minuman sari lemon kolagen

Bahan	Perlakuan					
	0,5% (K1)	1% (K2)	1,5% (K3)	2% (K4)	2,5% (K5)	3% (K6)
Sari buah lemon (mL)	10	10	10	10	10	10
Gula pasir (g)	11	11	11	11	11	11
Kolagen bubuk (g)	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Air (mL)	Hingga 100	Hingga 100	Hingga 100	Hingga 100	Hingga 100	Hingga 100

Tabel 2. Kriteria penilaian uji organoleptik minuman sari lemon kolagen

Skor	Parameter			
	Warna	Aroma	Rasa	Penerimaan keseluruhan
1	Putih	Sangat tidak khas lemon	Sangat tidak khas lemon	Sangat tidak suka
2	Putih sedikit kekuningan	Tidak khas lemon	Tidak khas lemon	Tidak suka
3	Kekuningan sedikit putih	Agak khas lemon	Agak khas lemon	Agak suka
4	Kekuningan	Khas lemon	Khas lemon	Suka
5	Kuning muda/pucat	Sangat khas lemon	Sangat khas lemon	Sangat Suka

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) diukur dengan pH meter mengacu pada metode AOAC 981.12 (1990). pH meter dikalibrasi dengan menggunakan larutan buffer pH 4 dan buffer pH 7. Pengukuran pH dilakukan dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam sampel minuman sari lemon kolagen hingga angka yang tertera pada layar pH meter stabil.

Angka Lempeng Total Mikroba (ALT)

Perhitungan jumlah koloni mikroba pada minuman sari lemon kolagen dilakukan dengan menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT) berdasarkan SNI 3719 (BSN, 2014). Sampel minuman sari lemon kolagen dilakukan proses pengenceran hingga mendapatkan pengenceran 10^{-3} . Selanjutnya, sebanyak 1 mL sampel dari pengenceran 10^{-2} dan 10^{-3} dimasukkan ke dalam cawan petri steril secara duplo. Lalu, media *Plate Count Agar* (PCA) ditambahkan ke dalam cawan petri yang berisi sampel dan digoyangkan dengan mengikuti pola angka delapan (teknik *pour plate*) untuk menyebarkan sel-sel mikroba secara merata. Setelah medium membeku, cawan petri diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam. Perhitungan koloni mikroba dilakukan pada cawan petri yang mengandung 25-250 koloni mikroba. Hasil perhitungan jumlah koloni mikroba dimasukkan ke dalam Persamaan 3.

$$ALT(\text{Koloni/mL}) = \frac{\sum c}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2) \times d]} \quad (3)$$

Dimana C=jumlah koloni dari setiap cawan petri, n_1 = jumlah cawan petri dari pengenceran pertama yang dihitung, n_2 = jumlah cawan petri dari pengenceran kedua, d = pengenceran yang dihitung.

Kadar Protein

Penentuan kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode mikro Kjeldahl menurut SNI

01-289, 1992 (BSN, 1992). Sampel sebanyak 5 mL dimasukkan dalam labu Kjeldahl 100 mL dan ditambahkan selenium sebagai katalisator. Kemudian ditambahkan 15 mL H_2SO_4 pekat dan didekstruksi selama 2-3 jam hingga larutan menjadi jernih kehijau-hijauan. Setelah itu, sampel didestilasi menggunakan larutan NaOH 0,01 N. Hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer berisi 20 mL H_3BO_3 4% dan indikator PP. Destilat yang dihasilkan dititrasi dengan HCl 0,01 N sampai larutan berubah warna menjadi merah muda. Perhitungan kadar protein ditentukan dengan Persamaan 4.

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{(V1-V2) \times N \times 14,007 \times 6,25}{w} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana w = berat sampel, v1 = volume HCl yang digunakan dalam titrasi sampel, v2 = volume HCl yang digunakan dalam titrasi blanki, N = normalitas HCl.

Kadar Vitamin C

Penentuan kadar vitamin C dilakukan menggunakan metode titrasi iodometri menurut Jacobs dalam Sudarmadji (1981). Sebanyak 5 mL sampel minuman sari lemon kolagen dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 mL. Kemudian ditambahkan dengan 20 mL air destilat dan 2 mL larutan amilum 1% sebagai indikator. Selanjutnya dititrasi dengan larutan iodin 0,01 N sampai timbul warna biru. Kandungan vitamin C dapat dihitung berdasarkan jumlah larutan iodin 0,01 N yang terpakai dengan Persamaan 5.

$$\text{Kadar vitamin C} \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}} \right) = \frac{\text{volume iodin terpakai} \times 0,88 \times \text{FP}}{w} \quad (5)$$

Dimana w = berat sampel, FP = faktor pengenceran, 0,88 = 0,88 mg vitamin C setara dengan 1 mL larutan iodin 0,01 N.

Aktivitas Antioksidan

Penentuan persentase aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH

Tabel 3. Penilaian organoleptik minuman sari lemon kolagen

Perlakuan	Aroma	Rasa	Warna	Penerimaan keseluruhan
Konsentrasi Kolagen 0,5% (K1)	3,25 ^a ±0,46	4,00 ^a ±0,15	2,60 ^a ±0,32	3,73 ^a ±0,14
Konsentrasi Kolagen 1% (K2)	3,18 ^a ±0,31	3,75 ^{ab} ±0,21	2,38 ^{ab} ±0,27	3,60 ^{ab} ±0,16
Konsentrasi Kolagen 1,5% (K3)	3,11 ^{ab} ±0,28	3,71 ^{ab} ±0,23	2,34 ^b ±0,26	3,53 ^{ab} ±0,25
Konsentrasi Kolagen 2% (K4)	2,91 ^{bc} ±0,26	3,60 ^{bc} ±0,23	2,33 ^b ±0,19	3,45 ^{abc} ±0,12
Konsentrasi Kolagen 2,5% (K5)	2,89 ^{bc} ±0,23	3,53 ^{bc} ±0,24	2,23 ^b ±0,39	3,38 ^{bc} ±0,31
Konsentrasi Kolagen 3% (K6)	2,85 ^c ±0,29	3,41 ^c ±0,12	2,20 ^b ±0,08	3,23 ^c ±0,23

Keterangan: Data yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf 0,05 dalam 4 kali ulangan.

(2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Edet dkk. (2017) dan Rum dkk. (2016) yang dimodifikasi). Sampel minuman sari lemon kolagen ditimbang sebanyak 1 g dan dilarutkan dalam 50 mL etanol. Kemudian sampel dihomogenkan menggunakan *shaker* selama 15 menit. Setelah itu, sampel disaring dan ditambahkan etanol dalam labu ukur 100 mL hingga batas tera. Larutan sampel diambil sebanyak 2,5 mL dan ditambahkan 1,5 mL larutan DPPH 0,5 mM. Setelah itu, larutan diinkubasi selama 20 menit dalam keadaan gelap pada suhu ruang. Kemudian dilakukan pengukuran absorbansi larutan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm. Perhitungan persentase aktivitas antioksidan ditentukan dengan Persamaan 6.

$$\text{Aktivitas Antioksidan (\%)} = \frac{A_k - A_s}{A_k} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana A_k = absorbansi kontrol dan A_s = absorbansi sampel.

Analisis Data

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 6 perlakuan level konsentrasi kolagen yang berbeda yaitu 0,5% (K1), 1% (K2), 1,5% (K3), 2% (K4), 2,5% (K5), dan 3% (K6) dengan empat kali ulangan. Analisis data dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2010. Data yang diperoleh diuji kesamaan ragamnya dengan uji *Bartlett*, aditivitas dengan uji *Tukey*, analisis sidik ragam (ANOVA), dan dianalisis lebih lanjut dengan uji BNT taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik minuman sari lemon kolagen dapat dilihat pada Tabel 3.

Aroma

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa atribut aroma minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan K2 dan K3 ($p > 0,05$), namun berbeda nyata terhadap perlakuan K4, K5, dan K6 ($p < 0,05$) (Tabel 3). Minuman sari lemon kolagen memiliki aroma agak khas lemon (2,85-3,25). Hal ini disebabkan oleh meningkatnya penambahan konsentrasi kolagen yang menimbulkan aroma cenderung amis, sehingga akan mengurangi aroma khas lemon. Pada dasarnya, ikan nilai sebagai sumber kolagen mengandung fosfolipid yang mudah teroksidasi sehingga menimbulkan aroma ikan yang tidak sedap (Kittiphattanabawon dkk. 2016). Proses ekstraksi kolagen dapat menyebabkan oksidasi lipid dan menghasilkan produk oksidasi lipid sekunder yang berkontribusi pada aroma amis yang tidak diinginkan (Plavan dkk., 2014; Tohmadlae and Hinsui, 2017). Dengan demikian, penambahan konsentrasi kolagen yang lebih tinggi akan meningkatkan intensitas aroma amis pada minuman sari lemon kolagen.

Sari lemon mengandung komponen volatil yang menghasilkan aroma khas lemon. Menurut Karabagias (2017), limonen merupakan komponen volatil yang paling banyak ditemukan dalam sari lemon (53,56%). Senyawa limonen sebesar 12,5% telah terbukti dapat menyamarkan aroma amis ikan pada co-enkapsulasi minyak ikan (Chen, 2012). Selain itu, sari lemon mengandung asam askorbat yang cukup tinggi yaitu sebesar 53,0 mg/100 mL (Nizhar, 2012); 60 mg/100 mL (Fitriyana, 2017). Kandungan asam askorbat dapat melarutkan trimetilamin yang menyebabkan aroma amis pada kolagen. Asam askorbat akan bereaksi dengan trimetilamin membentuk trimetil ammonium sehingga aroma amis akan berkurang (Puspitarini dkk., 2014). Maharani (2018) juga menyatakan bahwa penambahan konsentrasi kolagen yang semakin tinggi akan menimbulkan aroma khas kolagen pada minuman.

Rasa

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa atribut rasa minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1

tidak berbeda nyata terhadap perlakuan K2 dan K3 ($p > 0,05$), namun berbeda nyata terhadap perlakuan K4, K5, dan K6 ($p < 0,05$). Minuman sari lemon kolagen memiliki rasa agak khas lemon (3,41) hingga khas lemon (4,00) yang berasal dari penggunaan sari lemon. Sari lemon memiliki rasa asam yang khas pada kisaran nilai pH $\pm 2 - 3$ (Dev dan Nidhi, 2016; Nizhar, 2012). Rasa asam pada sari lemon berasal dari asam sitrat sebesar $\pm 5\%$ (Dev dan Nidhi, 2016) dan asam askorbat sebesar 53,0 mg/100 mL (Nizhar, 2012); 60 mg/100 mL (Fitriyana, 2017) yang terkandung dalam buah lemon.

Panelis memberi nilai rasa minuman sari lemon kolagen semakin rendah seiring dengan penambahan konsentrasi kolagen (Tabel 1). Hal ini disebabkan oleh konsentrasi kolagen yang terlalu tinggi akan menghasilkan rasa kolagen yang terlalu pekat dan cenderung menghasilkan *aftertaste*. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Maharani (2018) yang menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kolagen yang semakin tinggi akan menghasilkan rasa kolagen yang lebih pekat dan menurunkan rasa manis pada minuman. Penurunan rasa manis pada minuman sari lemon kolagen diduga disebabkan oleh penambahan kolagen yang dapat meningkatkan viskositas minuman. Viskositas yang meningkat akan menghambat rangsangan terhadap sel olfaktorik sehingga intensitas rasa manis akan berkurang (Holm, 2006; Wang dkk., 2019).

Warna

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa atribut warna minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan K2 ($p > 0,05$), namun berbeda nyata terhadap perlakuan K3, K4, K5, dan K6 ($p < 0,05$). Warna kekuningan pada minuman sari lemon kolagen disebabkan oleh penggunaan sari lemon. Menurut Geri dkk. (2019), sari lemon memiliki warna kuning hingga kuning cerah disebabkan adanya pigmen karotenoid. Minuman sari lemon kolagen yang dihasilkan memiliki warna putih dengan sedikit kekuningan (2,20) hingga kekuningan (2,60). Panelis memberi nilai warna minuman sari lemon kolagen semakin rendah disebabkan oleh penambahan konsentrasi kolagen yang semakin tinggi. Bubuk kolagen berwarna putih digunakan pada pembuatan minuman sari lemon kolagen. Sady dkk. (2013) menyatakan bahwa penambahan protein koloid pada minuman jeruk dapat menurunkan nilai kecerahan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Chatterjee dkk. (2015) juga menunjukkan bahwa intensitas warna minuman jeruk akan menurun seiring dengan meningkatnya penambahan *whey* dan gula.

Penerimaan keseluruhan

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa atribut penerimaan keseluruhan minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan K2, K3, dan K4 ($p > 0,05$), namun berbeda nyata terhadap perlakuan K5, dan K6 ($p < 0,05$). Berdasarkan Tabel 3, minuman sari lemon kolagen memiliki penerimaan keseluruhan dari agak suka (3,23) hingga suka (3,73). Minuman sari lemon kolagen pada konsentrasi kolagen tertinggi (K6) mendapat penilaian tingkat kesukaan terendah dibandingkan minuman sari lemon kolagen pada konsentrasi terendah (K1). Hasil ini menunjukkan bahwa penerimaan keseluruhan menurun seiring dengan penambahan konsentrasi kolagen yang digunakan. Hal ini berkaitan dengan penilaian skoring yang menunjukkan penambahan konsentrasi kolagen dapat menurunkan aroma lemon, memiliki rasa *aftertaste* yang kurang disukai, dan warna putih sedikit kekuningan yang kurang diminati oleh panelis.

Tingkat kekeruhan

Tingkat kekeruhan minuman kolagen lemon dinilai menggunakan persen transmittan. Persen transmittan minuman kolagen lemon dapat dilihat pada Tabel 4.

Persen transmittan menunjukkan tingkat kekeruhan minuman sari lemon kolagen. Semakin rendah nilai persen transmittan, maka tingkat kekeruhan akan semakin tinggi. Hasil pengukuran tingkat kekeruhan menunjukkan bahwa minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 berbeda nyata terhadap perlakuan K2, K3, K4, K5, dan K6 ($p < 0,05$) (Tabel 4). Minuman sari lemon kolagen memiliki persen transmittan antara 64,15-74,40%. Minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 dengan persen transmittan sebesar 74,40% lebih jernih dibandingkan perlakuan K2, K3, K4, K5, dan K6. Meskipun demikian, JBT Corporation (2018) menyebutkan bahwa persen transmittan antara 61-100% dikategorikan sangat jernih sehingga seluruh perlakuan minuman sari lemon kolagen berada pada tingkat kejernihan yang sama.

Tingkat kekeruhan dipengaruhi oleh total partikel yang tersuspensi dalam minuman sari lemon kolagen (sari lemon, gula pasir, dan kolagen). Sari lemon mengandung karbohidrat, protein, asam lemak, asam-asam organik, vitamin, dan mineral (Nizhar, 2012). Penambahan kolagen sebagai protein koloid akan meningkatkan total partikel yang tersuspensi dalam minuman sari lemon kolagen. Menurut Sady dkk. (2013), penambahan protein koloid dapat menurunkan nilai kecerahan pada minuman jeruk. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Chatterjee dkk. (2015) yang menunjukkan bahwa intensitas warna minuman jeruk akan menurun seiring

Tabel 4. Tingkat kekeruhan minuman sari lemon kolagen

Perlakuan	Nilai transmittan (%)
Konsentrasi kolagen 0,5% (K1)	74,40 ^a ± 1,52
Konsentrasi kolagen 1% (K2)	68,25 ^b ± 1,86
Konsentrasi kolagen 1,5% (K3)	67,20 ^{bc} ± 2,39
Konsentrasi kolagen 2% (K4)	66,33 ^{bc} ± 1,69
Konsentrasi kolagen 2,5% (K5)	65,48 ^{bc} ± 1,42
Konsentrasi kolagen 3% (K6)	64,15 ^c ± 3,38

BNT_{0,05} = 3,747

Keterangan: Data yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf 0,05 dalam 4 kali ulangan.

dengan meningkatnya penambahan *whey* dan gula. Oleh karena itu, penambahan kolagen yang semakin tinggi akan meningkatkan kekeruhan dan menurunkan intensitas warna minuman sari lemon kolagen.

Viskositas

Viskositas menunjukkan tingkat kekentalan suatu produk pangan. Semakin tinggi nilai viskositas menghasilkan produk pangan yang semakin kental. Tingkat viskositas minuman sari lemon kolagen yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pengukuran viskositas menunjukkan bahwa minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan K2 dan K3 ($p > 0,05$), namun berbeda nyata terhadap perlakuan K4, K5, dan K6 ($p < 0,05$). Minuman sari lemon kolagen dengan penambahan konsentrasi kolagen sebanyak 2,5-3% menghasilkan minuman dengan viskositas tertinggi (1,30-1,32 cP). Sementara, penambahan kolagen sebanyak 0,5-1,5% menghasilkan dengan viskositas terendah (1,19 cP). Hal ini berhubungan dengan penambahan kolagen yang akan meningkatkan jumlah molekul terlarut sehingga nilai viskositas minuman sari lemon kolagen juga meningkat.

Menurut Maharani (2018), kolagen memiliki berat molekul yang tinggi akibat jumlah rantai β dan γ yang terdapat pada struktur kolagen. Huda dkk. (2013) menyatakan bahwa kolagen juga memiliki kemampuan untuk mengikat air sehingga air dalam bahan akan berkurang dan meningkatkan kekentalan. Viskositas minuman sari lemon kolagen dipengaruhi oleh komposisi bahan. Hal ini didukung oleh Maharani (2018) yang melaporkan bahwa penambahan 0,8% kappa karagenan dan 0,5% kolagen menunjukkan viskositas sebesar 2858 cP. Anto dkk. (2018) juga melaporkan bahwa penambahan 0,30% xanthan dan 100 mg kolagen memiliki viskositas sebesar 290 cP.

Tabel 5. Viskositas minuman sari lemon kolagen

Perlakuan	Nilai viskositas (cP)
Konsentrasi kolagen 0,5% (K1)	1,19 ^c ± 0,06
Konsentrasi kolagen 1% (K2)	1,19 ^c ± 0,02
Konsentrasi kolagen 1,5% (K3)	1,19 ^c ± 0,03
Konsentrasi kolagen 2% (K4)	1,26 ^b ± 0,03
Konsentrasi kolagen 2,5% (K5)	1,30 ^a ± 0,03
Konsentrasi kolagen 3% (K6)	1,32 ^a ± 0,02

BNT_{0,05} = 0,044

Keterangan: Data yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf 0,05 dalam 4 kali ulangan.

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) identik dengan tingkat rasa keasaman dari minuman ini. Apabila pH semakin rendah, maka rasa asam pada minuman justru semakin tinggi. Minuman sari lemon kolagen memiliki pH yang berkisar antara 3,77-4,39 yang tersaji dalam Tabel 6.

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) menunjukkan bahwa minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Penambahan kolagen sebanyak 0,5% menghasilkan minuman sari lemon kolagen dengan pH terendah (3,77), sedangkan penambahan kolagen sebanyak 2,5-3% menghasilkan minuman sari lemon kolagen dengan pH tertinggi (4,26-4,36). pH asam pada minuman sari lemon kolagen terutama disebabkan oleh penggunaan sari lemon yang memiliki pH $\pm 2 - 3$ karena mengandung asam sitrat dan asam askorbat (Dev dan Nidhi, 2016; Nizhar, 2012). Menurut Geri dkk. (2019), sari lemon menyebabkan pH minuman menjadi rendah karena adanya asam-asam organik terlarut yang melepaskan ion H⁺.

Semakin tinggi penambahan konsentrasi kolagen menyebabkan peningkatan pH minuman sari lemon kolagen (Tabel 6). Normah dan Maidzatul (2018) menyatakan bahwa kolagen memiliki pH isoelektrik (pH 6-7) yang apabila semakin jauh dari titik isoelektriknya, kolagen akan mengalami perubahan muatan ionik yang berakibat pada peningkatan kelarutan kolagen sehingga kolagen larut sempurna dalam sari lemon. Ion OH⁻ yang terdapat pada kolagen akan berikatan dengan ion H⁺ yang terlarut dalam minuman sari lemon kolagen sehingga ion H⁺ terlarut berkurang dan pH akan meningkat. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Anto dkk. (2018) dan Bilek dan Bayram (2015) yang melaporkan bahwa minuman sari lemon kolagen lainnya memiliki pH asam yang berkisar antara 4,42 – 4,492 dan 3,96 – 4,04.

Tabel 6. Derajat keasaman (pH) minuman sari lemon kolagen

Perlakuan	Nilai pH
Konsentrasi kolagen 0,5% (K1)	3,77 ^e ± 0,19
Konsentrasi kolagen 1% (K2)	3,96 ^d ± 0,08
Konsentrasi kolagen 1,5% (K3)	4,07 ^{cd} ± 0,04
Konsentrasi kolagen 2% (K4)	4,18 ^{bc} ± 0,07
Konsentrasi kolagen 2,5% (K5)	4,26 ^{ab} ± 0,13
Konsentrasi kolagen 3% (K6)	4,39 ^a ± 0,13

BNT_{0,05} = 0,148

Keterangan: Data yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf 0,05 dalam 4 kali ulangan.

Angka Lempeng Total Mikroba

Suatu produk pangan, termasuk minuman memiliki ketentuan maksimal terkait dengan jumlah mikroba yang terdapat di dalamnya. Hal ini erat kaitannya dengan tingkat keamanan dari pangan tersebut. Jumlah mikroba pada minuman sari lemon kolagen tersaji dalam Tabel 7.

Hasil perhitungan jumlah koloni mikroba menunjukkan bahwa minuman sari lemon kolagen pada perlakuan K1 berbeda nyata terhadap perlakuan K2, K3, K4, K5, dan K6 ($p < 0,05$). Perhitungan jumlah ALT pada minuman sari lemon kolagen tertinggi terdapat pada perlakuan K1 sebesar $1,6 \times 10^2$ koloni/mL, sedangkan jumlah ALT terendah terdapat pada perlakuan K3, K5, dan K6 sebesar $1,2 \times 10^2$ koloni/mL. Jumlah maksimum koloni mikroba dalam minuman sari lemon kolagen belum memiliki standar yang telah ditetapkan oleh SNI. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3719:2014 untuk minuman sari buah, jumlah koloni mikroba pada minuman sari lemon kolagen telah memenuhi standar maksimum 1×10^4 koloni/mL. Pasteurisasi pada proses pembuatan minuman sari lemon kolagen berperan dalam mengendalikan total mikroba pada minuman sari lemon kolagen. Hal ini didukung oleh Bilek dan Bayram (2015) yang melaporkan bahwa pasteurisasi dapat mengurangi beban mikroba pada minuman kolagen jeruk dengan total viable count mikroba mesofilik sebesar $4,8 \times 10$ CFU/g dan jumlahnya tidak bertambah setelah minuman kolagen jeruk diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30 °C.

Hal yang menyebabkan jumlah koloni mikroba minuman sari lemon kolagen masih relatif rendah karena sari lemon memiliki aktivitas antimikroba. Sari lemon mengandung senyawa-senyawa yang bersifat antimikroba (diantaranya adalah asam sitrat dan flavonoid). Asam sitrat pada sari lemon menyebabkan

Tabel 7. Angka lempeng total mikroba minuman sari lemon kolagen

Perlakuan	Jumlah koloni (koloni/mL)
Konsentrasi kolagen 0,5% (K1)	$1,6 \times 10^2$ ^a ± 0,11
Konsentrasi kolagen 1% (K2)	$1,3 \times 10^2$ ^{bc} ± 0,04
Konsentrasi kolagen 1,5% (K3)	$1,2 \times 10^2$ ^{cd} ± 0,05
Konsentrasi kolagen 2% (K4)	$1,4 \times 10^2$ ^b ± 0,04
Konsentrasi kolagen 2,5% (K5)	$1,2 \times 10^2$ ^{cd} ± 0,05
Konsentrasi kolagen 3% (K6)	$1,2 \times 10^2$ ^d ± 0,00

BNT_{0,05} = 4,566

Keterangan: Data yang diikuti huruf sama pada kolom sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf 0,05 dalam 4 kali ulangan.

pH minuman sari lemon kolagen menjadi asam (pH 3,77-4,39) sehingga aktivitas sel terganggu dan pertumbuhan mikroorganisme akan terhambat. Selain itu, flavonoid pada sari lemon dapat merusak membran dan protein sel bakteri (Ekawati dan Darmanto, 2019). Menurut Gomez-Guillen dkk. (2011), kolagen juga memiliki aktivitas antimikroba karena asam amino pada struktur kolagen yang memiliki sifat hidrofobik. Hal tersebut menyebabkan asam amino dapat masuk ke dalam membran bakteri dan mengganggu aktivitas pada sitoplasma bakteri. Ennaas dkk. (2016) juga menyatakan bahwa struktur kolagen memiliki residu lisin yang dapat berinteraksi dengan fosfolipid yang terdapat pada permukaan membran bakteri. Aktivitas antimikroba kolagen telah terbukti dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, *Streptococcus pyogenes*, dan *Staphylococcus aureus*.

Komposisi Kimia Minuman Sari Lemon Kolagen Terpilih

Perlakuan terpilih pada pembuatan minuman sari lemon kolagen yaitu pada perlakuan K3 (konsentrasi kolagen 1,5%) didasarkan pada nilai pH yang lebih tinggi dan jumlah koloni yang lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan K1 dan K2 (konsentrasi kolagen 0,5 dan 1%) sehingga diharapkan lebih aman untuk dikonsumsi. Hasil analisis sifat kimia minuman kolagen lemon terpilih tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisis sifat kimia minuman sari lemon kolagen terpilih

Pengujian	Hasil
Kadar protein	1,34 % ± 0,04
Kadar vitamin C	0,018 mg/mL ± 0,00
Aktivitas antioksidan	19,39 % ± 0,08

Minuman sari lemon kolagen terpilih memiliki kadar protein $1,34 \pm 0,04\%$ (Tabel 8). Kadar protein tersebut berasal dari penambahan kolagen sebanyak 1,5%. Pada dasarnya, kolagen pada daging ikan berkisar 1-12% dari protein kasar, sedangkan pada kulit berkisar 80-89% dan tulang sebesar 24% (Destiana dan Sari, 2018; Suhono dkk., 2019). Kolagen sebagai protein diduga mengalami denaturasi akibat proses pemanasan dan pasteurisasi. Krasnova dkk. (2020) menyatakan bahwa penambahan 0,6% kolagen pada minuman sari lemon kolagen akan menghasilkan kadar protein sebesar 0,40-0,43%. Bilek dan Bayram (2015) juga melaporkan bahwa minuman sari lemon kolagen jeruk dengan penambahan 2,5% kolagen memiliki kadar protein sebesar 2,42 g/100 mL.

Kadar vitamin C pada minuman sari lemon kolagen terpilih adalah sebesar $0,018 \pm 0,00$ mg/mL (Tabel 8). Kandungan vitamin C pada minuman sari lemon kolagen tersebut berasal dari vitamin C pada sari lemon. Minuman sari lemon kolagen yang terbuat dari 10% sari lemon memiliki kadar vitamin C yang berbeda dengan penelitian Sharma dkk. (2014) yang melaporkan bahwa minuman sari lemon siap saji yang terbuat dari 10% sari lemon mengandung vitamin C sebesar 2,63 mg/100 g (Sharma dkk., 2014). Perbedaan kadar vitamin C pada minuman sari lemon kolagen terjadi diduga akibat proses pemanasan dan pasteurisasi pada pembuatan minuman sari lemon kolagen. Menurut El-Ishaq dan Obirinakem (2015), proses pemanasan jus jeruk pada suhu 40 °C dapat menurunkan vitamin C sebesar 42,14%. Setiap kenaikan suhu 10 °C dapat meningkatkan kecepatan degradasi vitamin C hingga dua kali lipat (Pavlovska dan Tanevska, 2013).

Minuman sari lemon kolagen terpilih memiliki aktivitas antioksidan sebesar $19,3 \pm 0,08\%$ (Tabel 8). Aktivitas antioksidan minuman sari lemon kolagen ini cenderung lebih kecil dibandingkan dengan minuman fermentasi berbasis *whey* dengan penambahan 1% kolagen yang memiliki aktivitas antioksidan sebesar 30,06% (Leon-Lopez dkk., 2020). Hal ini diduga dapat terjadi akibat perbedaan basis minuman yang digunakan, yaitu *whey*. Pada dasarnya, minuman sari lemon kolagen memiliki aktivitas antioksidan yang berasal dari sari lemon dan kolagen. Ucan dkk. (2016) melaporkan bahwa sari lemon dapat berperan sebagai antioksidan alami akibat adanya senyawa-senyawa antioksidan, seperti vitamin C, flavonoid, dan karotenoid. Kolagen juga memiliki aktivitas antioksidan yang dipengaruhi oleh komposisi asam amino dan gugus hidrofobik dalam strukturnya. Gugus hidrofobik pada kolagen dapat mendonorkan ion yang dapat menetralkan radikal bebas (Gomez-Guillen dkk., 2011; Kusumaningtyas dkk., 2019).

KESIMPULAN

Peningkatan penambahan kolagen akan menurunkan nilai sensori, meningkatkan kekeruhan, pH, dan viskositas. Minuman sari lemon kolagen terpilih (terbaik) dihasilkan dari penambahan konsentrasi kolagen sebesar 1,5% (b/v) yang memiliki aroma agak khas lemon, rasa yang khas lemon, warna putih sedikit kekuningan, dan penerimaan keseluruhan yang disukai oleh panelis. Minuman ini memiliki nilai persen transmittan 67,20%, viskositas 1,19 cP, pH 4,07, total mikroba $1,2 \times 10^2$ koloni/mL, kadar protein $1,34 \pm 0,04$ %, kadar vitamin C $0,018 \pm 0,00$ mg/mL, dan aktivitas antioksidan sebesar $19,39 \pm 0,08$ %. Minuman sari lemon kolagen ini dapat menjadi salah satu minuman fungsional sebagai asupan kolagen sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini, terutama kepada Ibu Dyah Koesoemawardani yang telah membantu pembiayaan penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Peneliti menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dari berbagai pihak terkait artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anto, J., Iskandar, & Rizal, A. (2018). Physico-Chemical Characteristics and Levels of Preference for Drinking Collagen Drinks the Result of Extracts from Nile Fish Skins. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 9(10), 1–4. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000555>
- AOAC International. (1990). 981.12 pH for Acidified Foods. In *Official Methods of Analysis* (p. 1230 pp). AOAC International.
- ASTM International. (2009). *Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)* (Patent No. D-445-06).
- Bilek, S. E., & Bayram, S. K. (2015). Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen. *Journal of Functional Foods*, 14, 562–569. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.024>
- BSN. (1992). *SNI 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan dan Minuman*. Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2014). *Minuman Sari Buah - SNI 3719:2014*. Badan Standarisasi Nasional.

- Chatterjee, G., De Neve, J., Dutta, A., & Das, S. (2015). Formulation and Statistical Evaluation of A Ready-To-Drink Whey Based Orange Beverage and Its Storage Stability. *Revista Mexicana de Ingeniera Quimica*, 14(2), 253–264.
- Chen, Q. (2012). *Co-Encapsulation of Fish Oil With Phytosterol Esters and Limonene*. Thesis. University of Auckland.
- Darmanto, Y. S., Agustini, T. W., & Swastawati, F. (2012). Efek Kolagen dari Berbagai Jenis Tulang Ikan terhadap Kualitas Miofibril Protein Ikan Selama Proses Dehidrasi. *Teknologi Dan Industri Pangan*, 23(1), 36–40.
- Destiana, A. L. & Sari, S. H. (2018). Ekstraksi kolagen ikan manyung dan ikan kakap sebagai alternatif kolagen. *Bio-site*, 4(2), 48-52.
- Dev, C., & Nidhi, S. R. R. S. (2016). Basketful Benefit of Citrus Limon. *International Research Journal of Pharmacy*, 7(6), 1–4. <https://doi.org/10.7897/2230-8407.07653>
- Edet, E., Owai, O., Atangwho, I., Ofem, O., & Anaka, D. (2017). Comparative In Vitro Antioxidant Properties of Water Juice from Selected African Fruits Consumed in Calabar, Cross River State (CrS), Nigeria. *Global Journal of Pure and Applied Science*, 23, 81–86. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4314/gjpas.v23i1.9>
- Ekawati, E. & Darmanto, W. (2019). Lemon (*Citrus limon*) Juice has Antibacterial Potential Against Diarrhea-Causing Pathogens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/217/1/012023>
- El-Ishaq, A., & Obirinakem, S. (2015). Effect of Temperature and Storage on Vitamin C Content in Fruits Juice. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science*, 1(2), 17–21.
- Ennaas, N., Hammami, R., Gomaa, A., Bedard, F., Biron, E., Subirade, M., Beaulieu, L., & Fliss, I. (2016). Collagencin, an Antibacterial Peptide from Fish Collagen: Activity, Structure, and Interaction Dynamics with Membrane. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 473(2), 642–647. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.03.121>
- Fitriyana, R. A. (2017). Perbandingan Kadar Vitamin C pada Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) dan Jeruk Lemon (*Citrus limon*) yang Dijual di Pasar Linggapura Kabupaten Brebes. *Publikasi Ilmiah Civitas Akademika Pioliteknik Mitra Karya Mandiri Brebes*, 2(2), 1–10.
- Geri, J. D., Ayu, D. F., & Harun, N. (2019). Kombinasi Minuman Lidah Buaya Berkarbonasi dengan Sari Lemon. *Jurnal Agroindustri Halal*, 5(2), 132–140.
- Gomez-Guillen, M. C., Gimenez, B., Lopez-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2011). Functional and Bioactive Properties of Collagen and Gelatin from Alternative Sources: A Review. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1813–1827. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>
- Hashim, P., Mohd Ridzwan, M. S., Bakar, J., & Mat Hashim, D. (2015). Collagen in Food and Beverage Industries. *International Food Research Journal*, 22(1), 1–8.
- Holm, K. (2006). *The Relations Between Food Structure and Sweetness*. Chalmers University of Technology.
- Huda, N., Seow, E. K., Normawati, M. N., Nik Aisyah, N. M., Fazilah, A., & Easa, A. M. (2013). Effect of Duck Feet Collagen Addition on Physicochemical Properties of Surimi. *International Food Research Journal*, 20(2), 537–544.
- JBT Corporation. (2018). *Laboratory Manual: Procedures for Analysis of Citrus Products* (Seventh). John Bean Technologies Corporation Inc.
- Karabagias, I. K. (2017). Volatile Compounds of Freshly Prepared Lemon Juice from the Region of Kalamata. *SM Analytical and Bioanalytical Techniques*, 2(2), 1–4. <https://doi.org/10.36876/smabt.1013>
- Kittiphattanabawon, P., Sriket, C., Kishimura, H., & Benjakul, S. (2019). Characteristics of acid and pepsin solubilized collagens from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) scale. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(2), 95-101. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i2.1911>
- Krasnova, I. S., Semenov, G. V., & Zarubin, N. Y. (2020). Modern Technologies for Using Fish Wastes in the Production of Collagen Hydrolysates and Functional Beverages. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 421(6). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/6/062030>
- Kusumaningtyas, E., Nurilmala, M., & Sibarani, D. (2019). Antioxidant and Antifungal Activities of Collagen Hydrolysates from Skin of Milkfish (*Chanos chanos*) Hydrolyzed using Various Bacillus Proteases. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012040>
- Leon-Lopez, A., Perez-Marroquin, X. A., Campos-Lozada, G., Campos-Montiel, R. G., & Aguirre-Alvarez, G. (2020). Characterization of whey-based fermented beverages supplemented with hydrolyzed collagen: Antioxidant activity and bioavailability. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(8), 1106. <https://doi.org/10.3390/foods9081106>
- Maharani, S. A. (2018). *Karakteristik Minuman Jeli dengan Fortifikasi Kolagen Kulit Ikan Tuna (Thunnus albacares)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Nizhar, U. (2012). *Level Optimum Sari Buah Lemon (Citrus limon) sebagai Bahan Penggumpal pada Pembentukan Curd Keju Cottage*. Skripsi. Universitas Hasanudin.
- Normah, I., & Maidzatul, A. M. (2018). Effect of Extraction Time on the Physico-chemical Characteristics of Collagen from Sin Croaker (*Johniecop sina*) Waste. *International Food Research Journal*, 25(3), 1074–1080.

- Nuraini, F. & Nawansih, O. (2006). *Uji Sensori*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 121 hlm.
- Omar, S. R., Rodzi, S. N. A. M., Talib, N. A. C., & Noor, N. H. M. (2016). Factor Affecting Consumer's Intention towards Purchasing Halal Collagen Beauty Drink in Malaysia: a Structural Equation Modelling. *Journal of Entrepreneurship and Business*, 4(2), 1-16. <https://doi.org/10.17687/JEB.0702.06>.
- Palupi, M. R., & Widyaningsih, T. D. (2015). Pembuatan Minuman Fungsional Liang Teh Daun Salam (*Eugenia polyantha*) dengan Penambahan Filtrat Jahe dan Filtrat Kayu Secang. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4), 1458-1464.
- Pavlovska, G., & Tanevska, S. (2013). Influence of Temperature and Humidity on the Degradation Process of Ascorbic Acid in Vitamin C Chewable Tablets. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 111(3), 1971-1977. <https://doi.org/10.1007/s10973-011-2151-z>
- Plavan, V., Koliada, M., Chen, W., & Barsukov, V. (2014). Extraction of Collagen From Fish Waste and Determination of Its Amino Acid Composition. *ICAMS 2014 – 5th International Conference on Advanced Materials and Systems*.
- Puspitarini, T., Pratjojo, W., & Kusumastuti, E. (2014). Efektivitas Penggunaan Kulit Jeruk Nipis sebagai Penghilang Bau Amis pada Ikan. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2), 113-118.
- Rifkowitz, E. ;, & Martanto. (2016). Minuman Fungsional Serbuk Instan Jahe (*Zingiber officinale Rosc*) dengan Variasi Penambahan Ekstrak Bawang Mekah (*Eleutherine americana Merr*) sebagai Pewarna Alami. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 315-324.
- Rum, S. S., Kawiji, & Setyaningrum, A. (2016). Kapasitas Antioksidan Minuman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Menggunakan Gula Kristal Putih, Gula Kristal Merah, Gula Merah, dan Gula Aren. *Biofarmasi*, 14(2), 39-46. <https://doi.org/10.13057/biofar/f140201>
- Sady, M., Jaworska, G., Grega, T., Bernaś, E., & Domagała, J. (2013). Application of Acid Whey in Orange Drink Production. *Food Technology and Biotechnology*, 51(2), 266-277.
- Sharif, M. K., Butt, M. S., Sharif, H. R., & Nasir, M. (2017). *Handbook of Food Science and Technology: Chapter 14 Sensory Evaluation and Consumer Acceptability*. University of Agriculture. Faisalabad. 455 pp.
- Sharma, H. P., Sharma, S., Vaishali, & Patel, H. (2014). Effect of Storage Conditions on the Bio-chemical Quality of Lemon Drink. *Journal of Food Research and Technology*, 2(4), 158-164. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.388.674&rep=rep1&type=pdf>
- Shon, J., Eun, J. B., Eo, J. H., & Hwang, S. J. (2011). Effect of Processing Conditions on Functional Properties of Collagen Powder from Skate (*Raja kenoei*) Skins. *Food Science and Biotechnology*, 20(1), 99-106. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0014-9>
- Sudarmadji, S. (1981). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty.
- Suhono, L., Listyaningrum, N. P., Trowulan, E., & Andayani, T. R. (2019). *Bahan Baku Olahan Hasil Perikanan*. Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Tohmadlae, P. & Hinsui, J. (2017). The removal of fishy odor from tilapia skin using for gelatin extraction. *The JSFS 85th Anniversary-Commemorative International Symposium*, 10015, 1-2.
- Uçan, F., Ağçam, E., & Akyıldız, A. (2016). Bioactive Compounds and Quality Parameters of Natural Cloudy Lemon Juices. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1465-1474. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2155-y>
- Wang, Q. J., Mielby, L. A., Junge, J. Y., Bertelsen, A. S., Kidmose, U., Spence, C., & Byrne, D. V. (2019). The Role of Intrinsic and Extrinsic Sensory Factors in Sweetness Perception of Food and Beverages: A Review. *Foods*, 8(6)(211), 1-26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/foods8060211>