

KAJIAN NATA DE OCHA SEBAGAI KONSUMSI PANGAN: EFEK PENAMBAHAN GULA DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK NATA DE OCHA

STUDY OF NATA DE OCHA AS A FOOD COMSUMPTION : EFFECTS OF SUGAR ADDITION AND FERMENTATION TIME ON THE CHARACTERISTIC OF NATA DE OCHA

Anty Ummiyati, Maria Erna Kustyawati*, Wisnu Satyajaya

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

*Email korespondensi: mariaernakustyawati@gmail.com

Tanggal diterima: 2 Februari 2024

Tanggal disetujui: 10 Maret 2024

Tanggal terbit: 15 Maret 2024

Abstract

Nata de ocha produced from fermentation of kombucha is considered an innovative product to enhance its function for food consumption. Nata de ocha, a secondary metabolite product of sweet green tea kombucha fermentation using scoby starter, composes of cellulose produced during the fermentation. This study aimed to characterize nata de ocha production as affected by the sugar addition and fermentation time. The study arranged in a Complete Randomized Block Design factorially with 2 factors: sugar addition in the level of 0, 10, 15, and 20%; and fermentation time in the level of 0, 7, 14, and 21 days. The parameters measured were yield, thickness, total microbes, moisture, ash, and crude fibre content. The results showed that sugar addition and fermentation time significantly affected the yield and fibre content of nata de ocha. The high increase of yield (5.723%) and of crude fibre content (1.353%) was produced when the treatment was 15% sugar for 21days and for 144 days, respectively. It was concluded that nata de ocha may consider as food consumption; however, further research was needed for its possibility as an alternative of dietary fibre.

Keywords: fermentation, kombucha, nata, sugar

Abstrak

Nata de ocha dianggap suatu inovasi produk hasil fermentasi kombucha teh hijau dan sukrosa untuk meningkatkan fungsinya sebagai konsumsi pangan. Nata de ocha merupakan salah satu produk metabolit sekunder yang tersusun dari selulosa yang dihasilkan selama proses fermentasi teh manis menggunakan kultur starter scoby. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gula, pengaruh lama fermentasi, dan interaksi pengaruh penambahan gula dan lama fermentasi terhadap karakteristik *nata de ocha*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap disusun secara faktorial dengan 2 faktor yaitu penambahan gula dan lama fermentasi. Penambahan gula yang digunakan yaitu 10, 15, dan 20% dan lama fermentasi 7, 14, dan 21 hari. Parameter yang diukur meliputi rendemen, ketebalan, total mikroba, kadar air, kadar abu, kadar serat kasar. Hasil menunjukkan bahwa penambahan gula berpengaruh nyata terhadap rendemen, ketebalan, total mikroba, kadar air, dan kadar serat *nata de ocha* hasil fermentasi. Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap rendemen, ketebalan, kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar *nata de ocha* hasil fermentasi. Penambahan gula 15% dan lama fermentasi 21 hari meningkatkan rendemen sebesar 5,723% dan penambahan gula 15% dan lama fermentasi 14 hari meningkatkan kadar serat kasar 1,353%. Kesimpulan adalah bahwa nata de ocha dapat dipertimbangkan untuk dikonsumsi sebagai pangan, namun peran nata de ocha sebagai pangan berserat perlu penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: kombucha, nata de ocha, fermentasi, konsumsi pangan

PENDAHULUAN

Teh kombucha, minuman dengan rasa sedikit manis dan sedikit asam menyegarkan, dibuat dari infusa daun teh dan sukrosa melalui fermentasi oleh simbiosis konsorsium bakteri dan khamir yang membentuk struktur jamur teh (tea fungus atau scoby) (Jayabalan et al., 2014). Teh kombucha mempunyai dua bagian yaitu lapisan selulosa yang mengapung dan cairan berasa asam. Lapisan selulosa yang dihasilkan proses fermentasi kombucha teh manis disebut sebagai *nata de ocha*. Seperti halnya *nata de coco* pada fermentasi oleh *Acetobacter xylinum* yang menggunakan substrat fermentasi air limbah kelapa, dan *nata de pina* yang menggunakan air limbah buah nanas, selama fermentasi, *A. xylinum* memproduksi selulosa (biomassa tea fungus) berupa lapisan struktur jaringan mengapung terdiri atas karbon anomerik dengan ikatan 1,4 β -D-glukosa, dan bebas dari lignin dan hemiselulosa, sebagai hasil hidrolisis enzimatis sukrosa. Matrik selulosa juga mengandung masa sel bakteri lain dan khamir.

Mikroorganisme dalam *nata de ocha* meliputi genus *Acetobacter* sp., *Gluconacetobacter* sp., *Rhizobium* sp., *Agrobacterium tumefaciens*, dan *Sarcina ventriculli*, sedangkan jenis khamir pada kombucha meliputi *Zygosaccharomyces*, *Candida*, *Kloeckera*/ *Hanseniaspora*, *Brettanomyces* *Dekkera*, *Lachancea*, *Kluyveromyces*, *Torulaspora*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Saccharomycoide*, dan *Schizosaccharomyces* (Soto et al., 2018).

Nata de ocha (jamur teh, tea fungus) kaya akan serat kasar, protein, dan asam amino lisin. Komponen ini meningkat berbanding lurus dengan lama fermentasi

(Jayabalan et al., 2010). Penggunaan senyawa yang mengandung kafein, theobromine dan theophyllin dapat berfungsi sebagai activator produksi selulosa oleh *A. xylinum* (Loncar and others, 2001). Belum banyak literatur yang mengulas pemanfaatan kombucha selulosa untuk pangan. Namun, secara tradisional digunakan sebagai obat penutup luka (Czaja and others 2006), berpotensi sebagai carboxy methyl cellulose dan dapat difermentasi untuk bioethanol (Goh, 2012).

Sementara itu, cairan teh kombucha mengandung berbagai asam organik seperti asetat, glukonat, glukoronat, sitrat, L-laktat, malat, tartrat, malonate, oksalat, suksinat, piruvat; dan juga gula seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa; vitamin B1, B2, B6, B12, dan vitamin C; 14 asam amino, amina biogenic, purin, pigmen, lipid, protein, enzim hidrolitik, alcohol, CO₂, fenol, dan polifenol teh, mineral, anion; dan juga sejumlah kecil produk metabolit khamir dan bakteri (Jayabalan et al., 2014). Komponen senyawa tersebut sebagai hasil aktivitas metabolisme khamir dan bakteri selama fermentasi, yaitu khamir menghidrolisa sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa oleh enzim invertase, dan menghasilkan alcohol melalui glikolisis dengan fruktosa sebagai substrat.

Bakteri asam asetat menggunakan glukosa untuk memproduksi asam glukoronat, dan alcohol untuk memproduksi asam asetat, akibatnya pH minuman menurun (Dufresne and Farnworth, 2000). Dominansi produk senyawa kimia selama fermentasi dipengaruhi oleh lama fermentasi dan kandungan komponen teh. Bakteri asam asetat kombucha memproduksi asam asetat sebagai produk metabolit utama jika

sukrosa sebagai sumber karbon utama. Produksi asam asetat dalam kombucha mengikuti kecenderungan meningkat (Chen and Liu, 2000). Disamping fermentasi, produksi asam asetat dipengaruhi oleh substrat yang menyokong pertumbuhan bakteri asam asetat, misalnya molases tidak menyokong pertumbuhan bakteri asam asetat. Sementara itu, asam glukoronat belum diproduksi hingga fermentasi mencapai 7 hari dan meningkat hingga akhir fermentasi. Dilain pihak, asam laktat dan asam sitrat bukan produk asam karakteristik kombucha. Sukrosa sebagai sumber karbon utama fermentasi kombucha, namun tidak semua sukrosa terhidrolisis, sebanyak 34,06% sukrosa tersisa dalam kombucha setelah fermentasi selama 7 hari dan 19,28% setelah 21 hari (Malbasa and others, 2002). Vitamin C kombucha meningkat hingga 28,98 mg/L jika fermentasi kombucha dilakukan oleh bakteri asam asetat bersama *S. cerevisiae* (Bauer-Petrovska and Petrushevsk-Tozi (2000).

Secara fisik, *nata de ocha* sama dengan *nata de coco* dengan struktur kenyal, menyerupai gel, berwarna putih dan mengandung banyak air. *Nata de coco* merupakan produk hasil fermentasi dari air kelapa, gula, sumber nitrogen (ZA), asam cuka dan starter bakteri *A. xylinum*, sedangkan *nata de ocha* (*scoby*) juga merupakan suatu starter kultur yang tersusun dari mikroba yang berperan dalam mengubah sukrosa dalam larutan teh menjadi alkohol dan CO₂ yang akan bereaksi dengan air dan membentuk asam karbonat, kemudian alkohol akan teroksidasi menjadi asam asetat. Selama fermentasi, asam karbonat akan memberikan efek karbonasi pada minuman

dan menciptakan rasa yang segar (Simanjuntak dan Siahaan, 2011).

Umumnya *nata de ocha* pada pembuatan kombucha hanya digunakan sebagai starter dalam fermentasi pangan sedangkan kajian *nata de ocha* untuk dikonsumsi seperti halnya *nata de coco* belum banyak dilakukan. *Nata de ocha* sebagai produk pangan dianggap suatu inovasi pengembangan produk metabolit *A. xylinum* hasil fermentasi kombucha teh hijau dan sukrosa untuk meningkatkan fungsinya sebagai produk berserat disamping meningkatkan nilai ekonominya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi penambahan gula, lama fermentasi, dan interaksi keduanya terhadap karakteristik *nata de ocha* secara fisik (analisis rendemen dan ketebalan), kimia (kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar), dan mikrobiologi (uji total mikroba).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat penelitian meliputi toples kaca, sendok, panci, pengaduk, kompor, kain, karet gelang, timbangan, jangka sorong, cawan petri, cawan porselin, tabung reaksi, gelas beker, erlenmeyer, batang segitiga, spatula, labu ukur, kertas saring, spiritus, pipet ukur, *autoclave*, inkubator, vortex, bunsen, labu destilasi, pendingin, pipet volume, oven dan termometer.

Bahan yang digunakan berupa teh hijau dengan merk “Kepala Jenggot”, kultur kombucha atau *nata de ocha* yang diperoleh dari Scentheory di Jakarta Timur, gula pasir dengan merk “Gulaku”, air, etanol 96%, H₂SO₄ 1,25%, NaOH 3,25%, aquades, dan media PCA.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial

dengan 2 faktor. Faktor pertama variasi penambahan gula (G) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 15% (G_1), 25% (G_2), 35% (G_3). Faktor kedua lama fermentasi (F) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 7 hari (F_1), 14 hari (F_2), 21 hari (F_3). Pada penelitian ini terdapat sembilan kombinasi perlakuan yang akan dicoba yaitu (G_1F_1), (G_2F_1), (G_3F_1), (G_1F_2), (G_2F_2), (G_3F_2), (G_1F_3), (G_2F_3), (G_3F_3). Setiap perlakuannya akan diulangi sebanyak 3 kali. Pengamatan yang dilakukan meliputi rendemen, ketebalan, total mikroba, kadar air, kadar abu, dan kadar serat. Data yang diperoleh diuji kehomogenannya dengan uji *Bartlett* dan dilakukan uji *Tuckey*. Data dianalisis dengan sidik ragam atau *analysis of variance* (ANOVA) untuk mendapatkan pendugaan ragam galat dan uji signifikansi dalam mengetahui perbedaan antar perlakuan. Data selanjutnya diuji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan dengan menyiapkan semua alat dan bahan serta mensterilkan alat. Alat yang disterilisasi dalam pembuatan kombucha adalah toples kaca, dengan cara merendam toples ke dalam air mendidih selama 10 menit, berfungsi untuk membunuh kemungkinan adanya cemaran bakteri patogen dan mengurangi bakteri pembusuk.

Pembuatan Nata de Ocha

Pembuatan *nata de ocha* diawali dengan proses pembuatan minuman kombucha mengikuti Kurniawan et al., (2017) yang telah dimodifikasi dengan menggunakan teh hijau celup sebanyak 4 *sachet* diseduh dengan air panas 1 L yang bersuhu 80°C selama 15 menit pada masing-masing toples. Selanjutnya,

kantong teh celup diangkat dan ditambahkan gula pasir sebanyak 15%, 25%, dan 35% (b/v) dari larutan, lalu didinginkan hingga mencapai suhu 25°C (tidak lebih dari 4 jam). Larutan teh dan gula diinokulasikan 3% (b/v) koloni kombucha (*scooby*) dan penambahan starter cair sebanyak 20 mL ke dalam larutan teh manis. Starter cair dibuat terlebih dahulu dengan menginokulasikan *scooby* dalam larutan teh + gula dan selembar *scooby* berdiameter 10 cm yang di fermentasi selama 14 hari. Kemudian, toples ditutup dengan kain bersih dan diikat karet. Dilakukan fermentasi selama 7, 14, 21 hari dengan suhu kamar. Setelah difermentasi dengan waktu yang ditentukan, kultur kombucha baru atau *nata de ocha* dipisahkan dan diamati.

Rendemen

Analisis rendemen menggunakan metode AOAC (2016), yaitu nata yang dihasilkan ditimbang beratnya dan dibagi dengan berat medium lalu dikali 100%.

Ketebalan

Pengukuran ketebalan menggunakan metode Novita et al., (2016), dengan menggunakan jangka sorong. *Nata de ocha* ditiriskan selama 10 menit. Ketebalan diukur pada masing-masing sisi menggunakan jangka sorong. Selanjutnya, dihitung rata-rata hasil pengukurannya .

Total Mikroba

Analisis total mikroba menggunakan metode Rose et al., (2018) dengan perhitungan TPC (*total plate count*) yang telah dimodifikasi. Sampel dimasukkan dalam plastik berisi 45 mL larutan pengencer steril NaCl 0,85% dan *nata de ocha* dihomogenisasi selama 5 menit. Selanjutnya, sampel di-pipet 1 mL dan

dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL larutan NaCl 0,85% kemudian dilakukan pengenceran bertingkat (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5}). Sebanyak 0,1 mL hasil pengenceran dipipetkan ke dalam cawan petri steril (duplo) yang telah berisi media PCA padat dan diratakan menggunakan batang spreader. Selanjutnya cawan diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Perhitungan TPC berdasarkan interval 30-300 koloni.

Analisis Kimia

Analisis kimia meliputi kadar air menggunakan metode *gravimetri* AOAC (2016), kadar abu menggunakan metode AOAC (2016), kadar serat kasar merujuk SNI 01-28891-1992 sebagai berikut: sampel yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 4 g. Setelah itu sampel diekstrak menggunakan etanol 96% sebanyak 15 mL dan diaduk selama 30 detik, lalu diendapkan selama 15 menit. Tahap selanjutnya sampel disaring dengan kertas saring kasar, lalu dicuci dengan etanol 96% sebanyak 45 mL dan dikeringkan untuk kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Kemudian sampel

ditambahkan dengan 50 mL larutan H_2SO_4 1,25% lalu dididihkan selama 30 menit dengan pendingin tegak. Selanjutnya sampel ditambahkan dengan 50 mL larutan NaOH 3,45% dan dididihkan kembali selama 30 menit. Sampel disaring dalam keadaan panas menggunakan corong berisi kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui bobot konstan. Endapan pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan H_2SO_4 1,25% panas 25 mL, aquades panas 25 mL, dan etanol 96% 25 mL. Kertas saring beserta isinya diangkat dan dimasukkan dalam wadah untuk dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang dan dicatat bobotnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Gula dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik *Nata de Ocha*

Rata-rata nilai dari pengaruh penambahan gula dan lama fermentasi yang berbeda terhadap karakteristik *nata de ocha* ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Parameter terukur *nata de ocha* pada variasi penambahan gula dan lama fermentasi

Perlakuan	Rendemen (%)	Ketebalan (cm)	Karakteristik <i>Nata de Ocha</i>			
			Total Mikroba (Log CFU/mL)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Serat Kasar (%)
G1F1	3,410±0,13 ^e	0,363±0,029	5,898	81,014±0,351	0,185±0,052	1,067±0,076 ^b
G1F2	4,147±0,32 ^{cde}	0,423±0,025	5,686	83,121±1,144	0,159±0,020	1,207±0,067 ^{ab}
G1F3	5,060±0,93 ^{abc}	0,577±0,142	6,143	86,329±1,285	0,152±0,004	1,327±0,064 ^a
G2F1	3,973±0,43 ^{de}	0,400±0,062	6,083	83,142±0,722	0,181±0,032	1,197±0,090 ^{ab}
G2F2	5,157±0,52 ^{ab}	0,607±0,031	6,264	85,767±0,785	0,163±0,023	1,353±0,012 ^a
G2F3	5,723±0,52 ^a	0,640±0,046	6,237	85,903±1,009	0,138±0,014	1,347±0,012 ^a
G3F1	4,727±0,42 ^{bcd}	0,491±0,051	6,016	85,357±1,85	0,180±0,011	1,293±0,050 ^a
G3F2	5,507±0,56 ^{ab}	0,590±0,082	5,117	87,313±1,441	0,136±0,047	1,340±0,036 ^a
G3F3	5,267±0,79 ^{ab}	0,627±0,219	4,926	87,033±2,241	0,117±0,021	1,343±0,170 ^a
BNJ 5%	0,930					0,160

Keterangan : Setiap angka adalah nilai rata rata dari tiga kali pengulangan beserta standard deviasinya. Nilai yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% (BNJ 5% = 0,930). G (penambahan gula), G1 = 10%, G2 = 15%, G3 = 20%; F (lama fermentasi), F1 = 7 hari, F2 = 14 hari, F3 = 21 hari.

Rendemen

Hasil nilai rendemen *nata de ocha* pada berbagai perlakuan berkisar antara 3,410-5,723%. Rendemen terendah terdapat pada penambahan gula 10% dan lama fermentasi 7 hari (G1F1), sedangkan rendemen tertinggi diperoleh pada penambahan gula 15% dan lama fermentasi 21 hari (G2F3) (Tabel 1). Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan gula (G), lama fermentasi (F), dan interaksi antara penambahan gula dan lama fermentasi (GF) berpengaruh nyata terhadap rendemen *nata de ocha*. Hasil uji lanjut BNJ 5% terhadap rendemen *nata de ocha* dapat dilihat pada Tabel 2. Rendemen nata merupakan jumlah produk yang dihasilkan dari proses fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum*. Tabel 1 menunjukkan rendemen mengalami peningkatan dengan penggunaan gula yang semakin bertambah dan fermentasi yang semakin lama, namun rendemen mengalami penurunan pada perlakuan G3F3 akibat penambahan gula yang terlalu banyak dengan lama fermentasi yang terlalu lama. Walaupun terdapat kenaikan di setiap perlakuan, namun berdasarkan uji lanjut BNJ pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan G2F3 memiliki nilai rendemen tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan G3F2, G3F3, G2F2, G1F3 dan berbeda nyata dengan perlakuan G3F1, G1F2, G2F1, dan G1F1. Banyaknya gula yang ada di dalam media akan meningkatkan selulosa yang terbentuk karena gula pada media digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dalam pertumbuhan dan membentuk selulosa yang semakin tebal dan rendemen tinggi (Maryam, 2020). Nilai

rendemen pada penelitian lebih rendah dibandingkan dengan rendemen *scoby* kombucha kulit apel sebesar 12-16% (Lestari et al., 2023).

Selama fermentasi, gula diubah menjadi selulosa ekstraseluler oleh sel-sel bakteri dan menghasilkan benang-benang selulosa yang membentuk jalinan yang terus menebal membentuk lapisan nata. Gula akan terserap dalam tubuh *khamir* dan secara enzimatik pada metabolisme sel membentuk lapisan selulosa. Rendemen dapat menurun jika penambahan gula terlalu banyak, hal ini dikarenakan terjadi kepekatan medium yang mengakibatkan pembentukan selulosa oleh bakteri menjadi lambat sehingga menurunkan rendemen nata (Yanti et al., 2017).

Lubis dan Harahap (2018) menyebutkan bahwa dalam pembuatan *nata de coco* selain penambahan gula, lama fermentasi merupakan faktor yang berpengaruh terhadap rendemen nata. Rendemen nata merupakan jumlah produk yang dihasilkan dari proses fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum*. Tabel 1 menunjukkan bahwa rendemen *nata de ocha* mengalami peningkatan dengan penggunaan gula yang semakin bertambah dan lama fermentasi yang semakin lama, namun rendemen mengalami penurunan pada perlakuan G3F3 akibat penambahan gula yang terlalu banyak dengan lama fermentasi yang terlalu lama. Walaupun terdapat kenaikan di setiap perlakuan, namun berdasarkan uji lanjut BNJ pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan G2F3 memiliki nilai rendemen tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan G3F2, G3F3, G2F2, G1F3 dan berbeda nyata dengan

perlakuan G3F1, G1F2, G2F1, dan G1F1. Banyaknya gula akan meningkatkan selulosa yang terbentuk karena gula pada media digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dalam pertumbuhan dan membentuk selulosa yang semakin tebal dan rendemen tinggi (Maryam, 2020). Nilai rendemen pada penelitian lebih rendah dibandingkan dengan rendemen scoby kombucha kulit apel sebesar 12-16% (Lestari et al., 2023).

Selama fermentasi, gula diubah menjadi selulosa ekstraseluler oleh sel-sel bakteri dan menghasilkan benang-benang selulosa yang membentuk jalinan yang terus menebal membentuk lapisan nata. Gula akan terserap dalam tubuh *khamir* dan secara enzimatik pada metabolisme sel membentuk lapisan selulosa. Rendemen dapat menurun jika gula terlalu banyak, hal ini dikarenakan kepekatan medium yang mengakibatkan pembentukan selulosa oleh bakteri menjadi lambat sehingga menurunkan rendemen nata (Yanti et al., 2017).

Lubis dan Harahap (2018) menyebutkan bahwa dalam pembuatan *nata de coco* selain penambahan gula, lama fermentasi merupakan faktor yang berpengaruh terhadap rendemen nata. Lama fermentasi yang digunakan akan menyebabkan nata semakin tebal dan rendemen yang diperoleh semakin tinggi. Hasil penelitian Salelatu dan Rumahlatu (2016) tentang pengaruh lama fermentasi terhadap cita rasa *nata de salacca* menunjukkan bahwa meningkatnya lama fermentasi menurunkan persediaan nutrisi dalam media yang mendorong terjadinya fase kematian. Berkurangnya nutrisi disebabkan oleh persaingan antar bakteri untuk pertumbuhannya sehingga mempercepat fase kematian, akibatnya rendemen nata menurun.

Ketebalan

Hasil nilai ketebalan *nata de ocha* pada berbagai perlakuan berkisar antara 0,363-0,640 cm. Ketebalan terendah terdapat pada penambahan gula 10% dan lama fermentasi 7 hari (G1F1), sedangkan ketebalan tertinggi diperoleh pada penambahan gula 15% dan lama fermentasi 21 hari (G2F3) (Tabel 1). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa penambahan gula (G), lama fermentasi (F) berpengaruh nyata terhadap ketebalan *nata de ocha*, sedangkan interaksi penambahan gula dan lama fermentasi (GF) tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan *nata de ocha*. Hasil uji lanjut BNJ 5% terhadap ketebalan *nata de ocha* dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Ketebalan nata adalah tingginya lapisan selulosa yang terbentuk selama fermentasi. Nata tersusun dari selulosa hasil aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% terhadap faktor G menunjukkan bahwa perlakuan G3 memiliki nilai ketebalan tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan G2 dan berbeda nyata dengan perlakuan G1, sedangkan hasil uji BNJ terhadap faktor F menunjukkan bahwa perlakuan F3 memiliki nilai ketebalan tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan F2 dan berbeda nyata dengan perlakuan F1.

Acetobacter xylinum memanfaatkan gula sebagai sumber energi pada proses metabolisme dalam menghasilkan lapisan selulosa. Ketebalan yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan ketebalan *nata de ocha* teh hitam sebesar 0,545 mm (Azizah et al., 2020). Ketebalan mencapai 0,3-1,2 cm dan faktor yang mempengaruhi ketebalan *nata de ocha* yaitu konsentrasi gula dan lama fermentasi.

Tabel 2. Pengaruh penambahan gula terhadap ketebalan *nata de ocha*

Perlakuan	Ketebalan (cm)
Penambahan gula (G)	
G3 (20%)	0,569±0,070 ^a
G2 (15%)	0,549±0,130 ^a
G1 (10%)	0,454±0,110 ^b

BNJ 5%= 0,085

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%

Tabel 3. Pengaruh lama fermentasi terhadap ketebalan *nata de ocha*

Perlakuan	Ketebalan (cm)
Lama Fermentasi (F)	
F3 (21 hari)	0,6144 ±0,033 ^a
F2 (14 hari)	0,540±0,101 ^a
F1 (7 hari)	0,418±0,66 ^b

BNJ 5% = 0,085

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%

Penggunaan gula yang meningkat menghasilkan ketebalan nata yang semakin meningkat. Kandungan gula yang sesuai mampu membentuk nata dengan ketebalan yang optimal karena penggunaannya sesuai dengan kebutuhan mikroorganisme selama fermentasi (Maryam, 2020). Lama fermentasi dapat meningkatkan ketebalan nata karena selulosa yang terbentuk terus meningkat selama fermentasi. Monomer selulosa hasil sekresi bakteri terus berikatan satu dengan yang lainnya dan membentuk lapisan selulosa yang semakin lama semakin tebal selama nutrisi masih tercukupi. Semakin banyak hasil sekresi maka semakin tebal nata yang dihasilkan (Aulia et al., 2020).

Total Mikroba

Hasil nilai total mikroba *nata de ocha* pada berbagai perlakuan berkisar antara 4,926-6,264 log CFU/mL. Total mikroba terendah terdapat pada penambahan gula 20% dan lama fermentasi 21 hari (G3F3), sementara total mikroba tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan gula 15% dan lama fermentasi 14 hari (G2F2) (Tabel 1). Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan gula (G) berpengaruh nyata terhadap total mikroba, sedangkan lama fermentasi (F) dan interaksi penambahan gula dan lama fermentasi (GF) tidak berpengaruh nyata terhadap total mikroba *nata de ocha*. Hasil uji lanjut BNJ 5% terhadap total mikroba *nata de ocha* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh penambahan gula terhadap total mikroba *nata de ocha* pada

Perlakuan	Total Mikroba (Log CFU/mL)
Penambahan gula	
G2 (15%)	6,195±0,098 ^a
G1 (10%)	5,909±0,229 ^{ab}
G3 (20%)	5,353±0,582 ^b

BNJ 5% = 1,841

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%
 G (penambahan gula), G₁ = 10%, G₂ = 15%, G₃ = 20%

Analisis total mikroba merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui jumlah total mikroba pada produk. Berdasarkan uji lanjut BNJ pada taraf 5% terhadap faktor G menunjukkan bahwa perlakuan G2 memiliki nilai total mikroba tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan G1 dan berbeda nyata dengan perlakuan G3. Gula merupakan salah satu faktor dalam pembentukan nata sehingga memberikan pengaruh terhadap jumlah total mikroba yang dihasilkan.

Pertumbuhan selulosa mikrobial mengalami 4 fase yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian (Fadilah *et al.*, 2022). Penambahan gula yang optimum terhadap pembentukan nata terdapat pada perlakuan G2. Hal ini dikarenakan gula digunakan secara optimal oleh mikroorganisme dalam pembentukan nata. Gula berperan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dalam proses fermentasi. Semakin banyak gula yang ditambahkan maka semakin banyak selulosa terbentuk dari pemecahan gula, akibatnya jumlah mikroba yang terdapat semakin tinggi (Yanti *et al.*, 2017).

Terjadi peningkatan dan penurunan jumlah total mikroba terhadap faktor penambahan gula yang dilakukan. Pertumbuhan mikroba mulai memasuki fase kematian pada perlakuan G3, karena

terjadi penurunan total mikroba dengan penggunaan gula tertinggi yaitu 20%. Hal ini dikarenakan kondisi pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dengan penggunaan gula yang terlalu banyak akan menurunkan aktivitas bakteri. Metabolisme bakteri terhambat karena dipengaruhi zat yang terlarut dalam larutan sehingga terjadi penurunan jumlah bakteri dalam pembentukan nata (Rohmatningsih *et al.*, 2023).

Kadar Air

Hasil nilai kadar air *nata de ocha* pada berbagai perlakuan berkisar antara 81,014-87,314%. Kadar air terendah terdapat pada penambahan gula 10% dan lama fermentasi 7 hari (G1F1), sedangkan kadar air tertinggi diperoleh pada penambahan gula 20% dan lama fermentasi 14 hari (G3F2) (Tabel 1). Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan gula (G) dan lama fermentasi (F) berpengaruh nyata terhadap kadar air, sedangkan interaksi penambahan gula dan lama fermentasi (GF) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air *nata de ocha*. Hasil uji lanjut BNJ terhadap kadar air *nata de ocha* dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Pengaruh penambahan gula terhadap kadar air *nata de ocha* pada uji

Perlakuan	Kadar Air (%)
Penambahan gula	
G3 (20%)	86,568±1,058 ^a
G2 (15%)	84,937±1,557 ^{ab}
G1 (10%)	83,488±2,677 ^b

BNJ 5% = 1,669

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%
G (penambahan gula), G₁ = 10%, G₂ = 15%, G₃ = 20%

Tabel 6. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar air *nata de ocha* pada uji BNJ 5%

Perlakuan	Kadar Air (%)
Lama Fermentasi	
F3 (21 hari)	86,422±0,571 ^a
F2 (14 hari)	85,401±2,120 ^a
F1 (7 hari)	83,171±2,171 ^b

BNJ 5%= 1,669

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%
F (lama fermentasi), F₁ = 7 hari, F₂ = 14 hari, F₃ = 21 hari

Analisis kadar air berfungsi sebagai penentu tekstur atau kekenyalan serta kenampakan nata yang dihasilkan. Berdasarkan uji BNJ pada taraf 5% terhadap faktor G, perlakuan G3 memiliki nilai kadar air tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan G2 dan berbeda nyata dengan perlakuan G1, sedangkan hasil uji BNJ pada taraf 5% terhadap faktor F menunjukkan bahwa perlakuan F3 memiliki kadar air tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan F2 dan berbeda nyata dengan F1. Nata banyak mengandung air, karena air akan terikat saat pelikel nata terbentuk. Pemberian gula yang sesuai dapat meningkatkan laju reaksi dan menghasilkan nata yang tebal dan berbanding lurus dengan kandungan kadar air (Tamimi *et al.*, 2015). Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Lestari *et al.*, 2023) tentang kadar air scoby kombucha kulit apel yaitu sebesar 84-88%.

Gula digunakan sebagai sumber karbon dalam mengoptimalkan pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Penambahan gula yang tinggi menghasilkan nata dengan kandungan air yang tinggi, dikarenakan terjadi kepekatan medium fermentasi yang mengakibatkan terbentuknya selulosa menjadi longgar dan banyak air yang terperangkap (Hardianti *et al.*, 2019). Hasil penelitian Rahmadani *et al.*, (2018) tentang karakteristik fisik scoby teh hitam menunjukkan bahwa selain gula, kadar air dipengaruhi oleh lama fermentasi. Lama waktu fermentasi menyebabkan hasil sekresi *Acetobacter xylinum* berupa selulosa akan berikatan kuat satu dengan yang lainnya dan membentuk lapisan yang semakin tebal dan memiliki kandungan air yang tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Sulistiyana (2020) bahwa bakteri *Acetobacter xylinum* yang terdapat pada medium yang mengandung gula dan karbohidrat akan membentuk polisakarida (selulosa) dan mengalami

oksidasi lanjutan yang mampu mengoksidasi asam asetat menjadi CO_2 dan H_2O , sehingga lama fermentasi menyebabkan air banyak terjebak di dalam lapisan nata dan akibatnya kadar air meningkat.

Kadar Abu

Hasil nilai kadar abu *nata de ocha* pada berbagai perlakuan berkisar antara 0,117-0,185%. Kadar abu terendah terdapat pada penambahan gula 20% dan lama fermentasi 21 hari (G3F3),

sedangkan kadar abu tertinggi diperoleh pada penambahan gula 10% dan lama fermentasi 7 hari (G1F1) (Tabel 1). Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa lama fermentasi (F) berpengaruh nyata terhadap kadar abu, sedangkan penambahan gula (G) dan interaksi penambahan gula dan lama fermentasi (GF) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu *nata de ocha*. Hasil uji lanjut BNJ terhadap kadar air *nata de ocha* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar abu *nata de ocha* pada uji BNJ 5%

Perlakuan	Kadar Abu (%)
Lama Fermentasi	
F1 (7 hari)	0,182±0,0024 ^a
F2 (14 hari)	0,153±0,0145 ^{ab}
F3 (21 hari)	0,136±0,0178 ^b

BNJ 5% = 0,030

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%
F (lama fermentasi), F₁ = 7 hari, F₂ = 14 hari, F₃ = 21 hari

Kadar abu merupakan sisa proses pembakaran suatu bahan organik. Kadar ini menunjukkan jumlah mineral yang terkandung dalam produk. Prinsip analisis yaitu penggunaan suhu tinggi pada bahan sekitar 500-600°C dan sisa hasil pembakaran di timbang. Berdasarkan uji lanjut BNJ taraf 5% terhadap faktor F, perlakuan F1 memiliki nilai kadar abu tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan F2 dan berbeda nyata dengan F3. Semakin lama fermentasi kandungan kadar abu semakin menurun.

Kadar abu yang semakin menurun menghasilkan bahan organik yang terkandung dalam nata semakin meningkat. Kadar abu pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan kadar abu hasil penelitian Tubagus *et al.*, (2018) tentang karakteristik fisik dan kimia *nata de milko*

dengan lama fermentasi yaitu sebesar 0,48%. Menurut Naufal *et al.*, (2023) menurunnya kadar abu yang dihasilkan dipengaruhi oleh lama fermentasi yang digunakan. Semakin lama fermentasi akan menurunkan kadar abu, karena terjadi peningkatan bahan organik sehingga terjadi penurunan bahan non organik akibat adanya proses degradasi bahan oleh mikroorganisme. Penentuan kadar abu berkaitan dengan kandungan mineral dalam suatu bahan, semakin kecil kadar abu maka semakin baik produk yang dihasilkan.

Kadar Serat Kasar

Hasil nilai kadar serat kasar *nata de ocha* pada berbagai perlakuan berkisar antara 1,067-1,353%. Kadar serat kasar terendah terdapat pada penambahan gula 10% dan lama fermentasi 7 hari (G1F1), sedangkan kadar serat kasar tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan gula 15% dan lama fermentasi 14 hari (G2F2) (Tabel 1). Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan gula (G), lama fermentasi (F), dan interaksi penambahan gula dan lama fermentasi (GF) berpengaruh nyata terhadap kadar serat kasar *nata de ocha*. Hasil uji lanjut BNJ 5% terhadap kadar serat kasar *nata de ocha* dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar serat dilakukan untuk mengetahui kandungan selulosa yang terbentuk oleh bakteri *Acetobacter xylinum* selama proses fermentasi. Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar serat kasar *nata de ocha* mengalami peningkatan dengan penggunaan gula yang semakin bertambah dan lama fermentasi yang semakin lama, namun kadar serat kasar mengalami penurunan pada perlakuan G3F3 akibat penambahan gula yang terlalu banyak dengan lama fermentasi yang terlalu lama. Walaupun terdapat kenaikan pada setiap perlakuan, berdasarkan uji lanjut BNJ pada taraf 5% menunjukkan perlakuan G2F2 memiliki nilai kadar serat kasar tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan G2F3, G3F3, G3F2, G1F3, G3F1, G1F2, G2F1 namun berbeda nyata dengan perlakuan G1F1.

Penambahan gula dan lama fermentasi yang meningkat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar serat kasar. Hasil penelitian Rahmadani et al., (2018) tentang karakteristik fisik scoby teh hitam menunjukkan bahwa rata-rata kadar serat *nata de ocha* teh hitam yaitu sebesar

2,99% dengan penggunaan gula 25% dan lama fermentasi 14 hari. *Nata de ocha* memiliki karakteristik sama dengan nata sehingga kadar serat nata menjadi standar dalam penentuan kadar serat pada *nata de ocha*. Berdasarkan SNI 01-4317-1996 kadar serat kasar nata yaitu maksimal 4,5%. *Nata de ocha* pada penelitian ini menghasilkan rata-rata sebesar 1,067% hingga 1,353% sehingga serat kasar *nata de ocha* masih masuk ke dalam rentang persyaratan SNI.

Pengaruh penambahan gula terhadap kadar serat kasar *nata de ocha* menunjukkan bahwa meningkatnya penggunaan gula menghasilkan kandungan serat *nata de ocha* menjadi tinggi. Maulani et al., (2018) tentang karakteristik *nata de taro* dengan perbedaan konsentrasi *acetobacter xylinum* dan sumber karbon menunjukkan bahwa penggunaan gula yang berlebihan akan berdampak pada produk nata yang dihasilkan. Bakteri *Acetobacter xylinum* tidak dapat memanfaatkan gula secara optimal jika konsentrasi gula terlalu tinggi pada media. Hasil penelitian yang sama oleh Nurlinda et al., (2015) tentang kualitas *nata de cassava* dari limbah cair tapioka dengan penambahan gula menunjukkan bahwa kandungan serat akan meningkat seiring dengan penambahan gula hingga mencapai kondisi optimum. Penambahan gula yang terlalu tinggi dapat mengganggu aktivitas bakteri dan menyebabkan plasmolisis (dehidrasi) dalam sel-sel *Acetobacter xylinum* sehingga menurunkan pembentukan selulosa

KESIMPULAN

Penambahan gula berpengaruh nyata terhadap rendemen, ketebalan, total mikroba, kadar air, dan kadar serat kasar

nata de ocha hasil fermentasi. Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap rendemen, ketebalan, kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar *nata de ocha* hasil fermentasi. Penambahan gula 15% dan lama fermentasi 21 hari berpengaruh terhadap rendemen 5,723% dan penambahan gula 15% dan lama fermentasi 14 hari berpengaruh terhadap kadar serat kasar 1,353% *nata de ocha* hasil fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC International, 2016. Appendix F: Guideline for Standard Method Performance Requirement. *AOAC Official Method of Analysis*. AOAC International, pp. 1-18.
- Aulia, N., Nurwantoro, & Susanti, S. (2020). Pengaruh Periode Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia Dan Hedonik Nata Sari Jambu Biji Merah. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(1), 36–41.
- Azizah, A. N., Cahya, G., Darma, E., & Darusman, F. (2020). Formulasi SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) dari Raw Kombucha Berdasarkan Perbandingan Media Pertumbuhan Larutan Gula dan Larutan Teh Gula. *Prosiding Farmasi*, 6(2), 325–331. <http://karyailmiah.unisba.ac.id/index.php/farmasi/article/view/23023>
- Fadilah, T., Restuhadi, F., & Pato, U. (2022). Kinetika Pertumbuhan Selulosa Mikrobial Terhadap Pembuatan Nata De Pina Dengan Penambahan Sukrosa. *Jurnal Sagu*, 20(2), 73. <https://doi.org/10.31258/sagu.20.2.p.73-79>
- Hardianti, B. D., & Wahyudiati, D. (2019). Pengaruh Penambahan Jenis Gula Terhadap Berat dan Tebal Nata de Soya. *Sainstech Innovation Journal*, 2(1), 12-18.
- Jayabalan, R., Malbařsa, R.V., Lonćar, E.S., Jasmina S. Vitas, J.S., and Sathishkumar, M. 2010. A Review on Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13. 538-550. Doi: 10.1111/1541-4337.12073
- Karyantina, M., & Sumarmi. (2019). Kombucha Rosela Sebagai Minuman Probiotik. *Research Fair Unisri 2019*, 3(1), 347–354.
- Karyantina, M., & Sumarmi. (2021). Identifikasi Bakteri Asam Laktat Dari Kombucha Rosella. *Teknologi Industri Pertanian*, 15(1), 244–252.
- Khaerah, A., & Akbar, F. (2019). Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha dari Beberapa Varian Teh yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional*, 472–476.
- Kurniawan, M. B., Ginting, S., & Nurminah, M. (2017). Pengaruh Penambahan Gula dan Starter terhadap Karakteristik Minuman Teh Kombucha Daun Gambir (*Uncaria gambir Roxb*). *Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 5(2), 251–257.
- Lestari, K. A. P., Yuliarni, F. F., Anindya, W. D. (2023). Studi Fisik dan Kimia Kombucha Kulit Apel Manalagi (*Malus sylvestris*) dengan Waktu Fermentasi 7 Hari. *Journal Pharmasc (Journal of Pharmacy and Science)*, 8(2), 191-195.
- Lubis, A. W., & Harahap, D. N. (2018). Pemanfaatan Sari Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) Pada Pembuatan Nata De Coco Terhadap Mutu Fisik Nata. *Journal of Chemistry, Education, and Science*, 2(2), 1–10.
- Malbařsa R, Loncar E, Djurić M. 2008. Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses. *Food Chem*

106:1039–45.

- Maryam, A. (2020). Analisis Karakteristik Mutu Nata De Leri Dengan Variasi Konsentrasi Gula Pasir Sebagai Sumber Karbon. *Cross-Border*, 3(2), 252–260.
- Maulani, T. R., Hakiki, D. N., & Nursuciyoni, N. (2018). Karakteristik Sifat Fisikokimia Nata De Taro Talas Beneng Dengan Perbedaan Konsentrasi *Acetobacter Xylinum* Dan Sumber Karbon. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(3), 295–300.
<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.3.296>
- Naufal, A., Harini, N., & Putri, D., N. (2023). Karakteristik Kimia dan Sensori Minuman Instan Kombucha dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Berdasarkan Konsentrasi Gula dan Lama Fermentasi. *Food Technology and Halal Science Journal*, 5(2), 137–153.
<https://doi.org/10.22219/fths.v5i2.21556>
- Novita, R., Hamzah, F., & Restuhadi, F. (2016). Optimalisasi Konsentrasi Sukrosa Dan Ammonium Sulfat Pada Produksi Nata De Citrus Menggunakan Sari Jeruk Afkir. *Jom Faperta*, 3(2), 1–14.
- Nurlinda, Drmawati, & Mahadi, I. (2015). Efektivitas Penambahan Gula Terhadap Kualitas Nata De Cassava Dari Limbah Cair Tapioka Sebagai Pengembangan Modul Pada Konsep Bioteknologi Konvensional Kelas XII SMA. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau*, 2(2), 1–12.
- Rahmadani, S., Darma, G. C. E., & Darusman, F. (2018). Karakterisasi Fisik Scoby (*Symbiotic Culture Of Bacteria And Yeast*) Teh Hitam dalam Menyerap Eksudat Luka. *Prosiding Farmasi*, 7(2), 292–298.
- Rohmatningsih, R., N. (2023). Pengaruh Substitusi Media Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe terhadap Kondisi Pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dalam Starter Bacterial Cellulose. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 5(3), 139–147.
- Soto, S. A. V., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.-P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588.
- Rose, D., Ardiningsih, P., & Idiawati, N. (2018). Karakteristik Nata de Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Variasi Konsentrasi Starter *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(4), 1–7.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/download/26660/75676577354>
- Salelatu, J., & Rumahlatu, D. (2016). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Cita Rasa Nata De Salacca. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 3(1), 46–52.
<https://doi.org/10.30598/biopendixvol3issue1page46-52>
- Savitri, K. A. M., Widarta, I. W. R., & Jambe, A. A. G. N. A. (2019). Pengaruh Perbandingan Teh Hitam (*Camellia sinensis*) Dan Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) Terhadap Karakteristik Teh Celup. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(4), 419.
<https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i04.p08>
- Simanjuntak, R., & Siahaan, N. (2011). Pengaruh Konsentrasi Gula Dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Teh Kombucha. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Tinggi* (Vol. 4, Issue 2, pp. 81–92).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2881-1992. *Produk Nata*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-

- 4317-1996. *Nata dalam Kemasan*. Jakarta: Badan Standarisai Nasional-BSN.
- Sulistiyana. (2020). Analisis Kualitas *Nata De Corn* dari Ekstrak Jagung Kuning Muda Dengan Variasi Lama Fermentasi. *Indonesian Journal Of Chemical Research*. 8(1), 79-8.
- Tamimi A., Sumardi HS, Y. H. (2015). Pengaruh Penambahan Sukrosa Dan Urea Terhadap Karakteristik Nata De Soya Asam Jeruk Nipis-In Press. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(1), 1–10.
- Tubagus, R. A., Chairunnissa, H., & Balia, R. L. (2018). Karakteristik Fisik Dan Kimia *Nata De Milko* Dari Susu Substandar Dengan Variasi Lama Inkubasi *Jurnal Ilmu Ternak*, 18(2), 86–94.
<https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.19926>
- Warella, J., C., Papilaya, P., M., Tuapattinaya, P., M., J.(2016). Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Nata Buah Gandaria. *Biopendix*. Vol. 3(1): 33–39.
- Wijaya, H., Muin, R., & Permata, E. (2017). Karakteristik Fisik Produk Fermentasi Kombucha dari Berbagai Daun Berflavanoid Tinggi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(4), 255–262.
- Wistiana, D., & Zubaidah, E. (2015). Karakteristik Kimiawi Dan Mikrobiologis Kombucha Dari Berbagai Daun Tinggi Fenol Selama Fermentasi. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4), 1446–1457.
- Wulandari, K., Darmawati, & Wan, S. (2017). Efektivitas Ekstrak Kecang Kedelai (*Glycine max L. Mer*) Pengganti ZA Terhadap Kualitas *Nata De Banana Skin* Sebagai Potensi Rancangan Lembar Kerja Siswa Dalam Pembelajaran Biologi Di SMA. *Jurnal Online Mahasiswa*, 4(1), 1–13.
- Yanti, N. A., Ahmad, S. W., Tryaswaty, D., & Nurhana, A. (2017). Pengaruh Penambahan Gula dan Nitrogen pada Produksi Nata De Coco. *Biowallacea*, 4(1), 540–545.