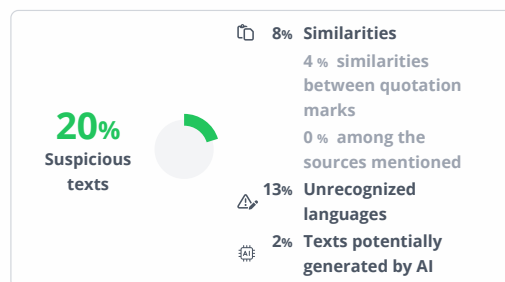


SKRIPSI SECTIO BACHRUL HILMI
221040200025 BAB 1234



Document name: SKRIPSI SECTIO BACHRUL HILMI 221040200025 BAB 1234.docx
Document ID: e3ab7f7391efc33e4f4ae623f65aa3dffb1fec92
Original document size: 291.1 KB

Submitter: UMSIDA Perpustakaan
Submission date: 1/28/2026
Upload type: interface
analysis end date: 1/28/2026

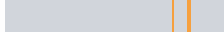
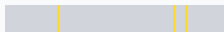
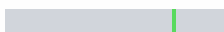
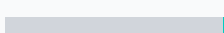
Number of words: 4,116
Number of characters: 29,716

Location of similarities in the document:

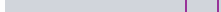
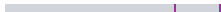


≡ Sources of similarities

Main sources detected

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	 doi.org Characterization and Sensory Evaluation of Moringa Leaf (<i>Moringa oleifera</i>)... https://doi.org/10.21070/ups.8057	2%		 Identical words: 2% (85 words)
2	 dx.doi.org Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nan... http://dx.doi.org/10.35891/tp.v14i2.3890	2%		 Identical words: 2% (61 words)
3	 doi.org Optimization of Ginger Kombucha (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.) Manufacturi... https://doi.org/10.21070/ups.7826	1%		 Identical words: 1% (57 words)
4	 archive.umsida.ac.id https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/310/2421/2615 14 similar sources	1%		 Identical words: 1% (58 words)
5	 dergipark.org.tr Fermentasyon Süresinin Kombu Çayı Mikrobiyotasi ve Canlılık ... https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/797314	< 1%		 Identical words: < 1% (34 words)

Sources with incidental similarities

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	 doi.org PENGARUH PENAMBAHAN MADU GALO-GALO TERHADAP AKTIVITAS AN... https://doi.org/10.30598/biofaal.v5i2pp107-115	< 1%		 Identical words: < 1% (31 words)
2	 doi.org Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Instan Kombucha Sari Kulit Nana... https://doi.org/10.17969/jtipi.v17i1.40323	< 1%		 Identical words: < 1% (31 words)
3	 doi.org Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombu... https://doi.org/10.24246/juses.v5i2p44-51	< 1%		 Identical words: < 1% (26 words)
4	 Document from another user #bc4657  Comes from another group	< 1%		 Identical words: < 1% (21 words)
5	 khoshnegah.com https://khoshnegah.com/wp-content/uploads/2022/06/A_Review_on_Kombucha_Tea-Microbi...	< 1%		 Identical words: < 1% (23 words)

Points of interest

Optimasi Fermentasi Kombucha Kulit Nanas (Ananas comosus L. merr) Sebagai Minuman Probiotik Menggunakan Metode Respon Permukaan
Optimisation of Pineapple Skin Kombucha (Ananas comosus L. merr) Fermentation as Probiotic Drink Using Surface Response Method
Sectio Bachrul Hilmi1),



Rahmah Utami Budiandari *,2)
1), 2) Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
*Email Penulis Korespondensi: rahmautami@umsida.ac.id

Abstract.



This study aims to optimize the fermentation process of kombucha made from pineapple peels (Ananas comosus) by varying fermentation time and sucrose concentration to produce a probiotic beverage with optimal characteristics. Pineapple peel, often considered agricultural waste, contains bioactive compounds such as bromelain,flavonoids, and natural sucrose that support the fermentation process carried out by SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast).

The study utilized Response Surface Methodology (RSM) with Central Composite Design (CCD) to determine the best combination of fermentation time and sugar concentration. The results of the study on the optimum proportion had a desirability value of 1.000 at a sucrose concentration of 15% and a fermentation time of 144 hours with a total acidity of 0.0564%. After the validation process, it obtained 0.583%. From the results of the optimal proportion, characterization was also carried out on the vitamin C content of 1.56 g/ml, pH level of 4, tpt 12.10, color L: 55.37, a: 4.23, b: 15.78.
Keywords – Kombucha; pineapple peel; fermentation time; sugar concentration

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses fermentasi kombucha dengan bahan dasar kulit nanas (Ananas comosus) dengan variasikan lama fermentasi dan konsentrasi sukrosa untuk menghasilkan minuman probiotik dengan karakteristik yang optimal. Kulit nanas yang selama ini dianggap limbah ternyata mengandung senyawa bioaktif seperti bromelain,flavonoid, dan sukrosa alami yang mendukung proses fermentasi SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). Penelitian ini menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) dengan desain Central Composite Design (CCD) untuk menentukan kombinasi terbaik dari kedua variabel tersebut. Hasil penelitian pada proporsi yang optimum memiliki nilai desirability 1.000 pada konsentrasi sukrosa 15% dan lama fermentasi 144 jam dengan total asam 0.564%, setelah proses validasi mendapatkan 0.583% Dari hasil proporsi optimum juga dilakukan karakterisasi pada kadar vitamin C 1.56 gr/ml, kadar pH 4, tpt 12.10, warna L: 55.37, a: 4.23, b: 15.78.
Kata Kunci – Kombucha; kulit nanas; lama fermentasi; konsentrasi gula

Pendahuluan
Kombucha adalah minuman probiotik yang dihasilkan melalui fermentasi teh dan sukrosa yang ditambahkan starter mikroba berupa SCOBY (Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast). Fermentasi ini menghasilkan produk dengan rasa asam-manis yang khas serta mengandung senyawa bioaktif seperti asam organik, vitamin dan enzim yang memberikan berbagai manfaat kesehatan termasuk meningkatkan keseimbangan mikrobiota usus dan memperkuat sistem imun tubuh [1][2][3]. Kombucha juga memiliki efek untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme berbahaya dalam saluran pencernaan sehingga dapat membantu untuk menjaga kesehatan saluran pencernaan [4].
Nanas (Ananas comosus) merupakan salah satu buah tropis dengan minat tinggi di Indonesia [5]. Bagian kulit nanas yang sering kali dianggap sebagai limbah ternyata terdapat kandungan senyawa aktif seperti flavonoid dan enzim bromelain serta komponen karbohidrat dan glukosa [6]. Kandungan tersebut menjadikan kulit nanas memiliki potensi untuk difermentasi menjadi kombucha. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sari kulit nanas dapat menghasilkan kombucha dengan karakteristik kimia yang sesuai untuk dikonsumsi seperti pH antara 2,15-2,67 dan total asam yang meningkat selama fermentasi [2].
Tantangan utama dalam pemanfaatan kombucha sebagai minuman probiotik terletak pada waktu fermentasi yang relatif lama yaitu 7 hingga 14 hari dan memiliki rasa yang cenderung asam yang kuat sehingga dapat menurunkan minat konsumen [3][7][8][9]. Salah satu solusi yang diusulkan adalah melakukan optimasi terhadap lama fermentasi dan konsentrasi sukrosa yang diketahui mempengaruhi sifat fisikokimia kombucha seperti pH dan total asam.
Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia kombucha termasuk total asam serta penurunan pH. Dengan mengatur durasi fermentasi dan kadar gula diharapkan dapat diperoleh produk kombucha dari kulit nanas dengan karakteristik optimal dan rasa yang lebih dapat diterima oleh masyarakat luas [7] [10].
Rumusan Masalah
Bagaimana pengaruh optimasi lama fermentasi terhadap karakteristik kombucha kulit nanas?
Bagaimana pengaruh optimasi konsentrasi sukrosa terhadap karakteristik kombucha kulit nanas?
Tujuan Penelitian
Menentukan titik optimum lama fermentasi yang memberikan karakteristik terbaik kombucha kulit nanas
Menentukan titik optimum konsentrasi sukrosa yang memberikan karakteristik terbaik kombucha kulit nanas
Metode
Waktu dan Tempat
Penelitian ini dilakukan pada bulan april 2025 hingga September 2025. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengembangan Produk,Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi,Laboratorium Analisa Pangan serta Laboratorium Uji Sensori. Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
Alat dan Bahan
Alat yang digunakan meliputi toples kaca, kertas saring, sendok, saringan, panci ,timbangan digital, termometer pH meter,



buret, erlenmeyer, pipet ukur, refraktometer, spektrofotometer UV-Vis, dan color reader.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan kombucha kulit nanas adalah kulit nanas,



gula pasir, black tea, SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast),

air bersih, larutan NaOH 0,1 N, Larutan I2 0,01 N, indikator fenoltalein, indikator amilum, reagen AlCl3 2%, metanol 95%, etanol 95%, quercetin, asam asetat dan aquades.
Rancangan Percobaan
Penelitian ini dirancang menggunakan metode CCD (Central Composite Design) yang merupakan bagian dari RSM (Response Surface Methodology). Rancangan yang digunakan yaitu: Lama Fermentasi (jam) Konsentrasi Sukrosa (%)

Titik Tengah (0) 144 15
Batas Bawah (-1) 96 10
Batas Atas (1) 192 20

Tabel 1. Rancangan Percobaan

No Kode Variabel Variabel Sebenarnya Respon				
X1	X2	Konsentrasi Sukrosa (%)	Lama Fermentasi (Jam)	Total Asam (%)
1	1	1	20	192
2	0	0	15	144
3	-1	-1	10	96
4	0	0	15	144
5	-1,414	0	7,92893	144
6	0	0	15	144
7	0	1,		



414 15 211,882
8 -1 1 10 192
9 1 -1 20 96
10 1,

414 0 22,0711 144
11 0 0 15 144
12 0 0 15 144
13 0 -1,414 15 76,1177

Tabel 2. Rancangan komposit pusat pada proses pembuatan kombucha kulit nanas

Prosedur Penelitian
Prosedur penelitian dilakukan dua tahap yakni:
Proses ekstraksi kulit nanas
Nanas dicuci bersih menggunakan air mengalir lalu ditiriskan lalu dipisahkan antara daging dan kulit buah dan dipotong kecil-kecil, setelah itu ditambahkan air dengan perbandingan 4x

 **dx.doi.org** | Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (Ananas comosus)
<http://dx.doi.org/10.35891/tp.v14i2.3890>

berat kulit nanas, di blender dengan kecepatan sedang hingga halus kemudian disaring dengan saringan 100 mesh dan 200 mesh sehingga mendapatkan filtrat dan ampas. filtrat dipasteurisasi selama 10 menit pada suhu 70°C,

jika tidak langsung dilakukan fermentasi letakkan dalam botol kaca [2].

Proses optimasi kombucha
Setelah didinginkan hingga suhu yang diinginkan, kemudian dituang dalam jar kaca yang sudah disterilasi dan ditambahkan gula pasir sesuai perlakuan dan dimasukkan starter kombucha sebanyak 10% (v/v). Selanjutnya bagian atas jar ditutup kain dan diikat dengan karet gelang, kemudian dilakukan fermentasi sesuai perlakuan. Kombucha yang dihasilkan lalu dianalisis respon total asam[8]. Selanjutnya dilakukan proses optimasi dengan menginput data analisis total asam ke dalam software Design Expert 13. Setelah data diinput, software akan menganalisis data tersebut dan menentukan karakteristik yang diinginkan. Program akan memberikan prediksi titik optimum berdasarkan karakteristik tersebut. Hasil dari proses optimasi selanjutnya dilakukan proses verifikasi untuk mengetahui perbedaan antara prediksi software Design Expert 13 dengan hasil analisis. Setelah itu, dilakukan karakterisasi hasil verifikasi melalui pengujian kimia, dan fisik [9].

Diagram alir proses ekstraksi kulit nanas dan optimasi kombucha kulit nanas dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

□ Kulit Nanas

Kulit Nanas
Proses Ekstraksi Kulit Nanas

□

□
Dicuci dengan air mengalir

□
Ditiriskan

□ Air : kulit nanas (4:1)

Air : kulit nanas (4:1)
Dipotong pisah dan potong kecil- kecil

□

□

□

Diblender kecepatan sedang

Disaring dengan kain saring 2 lapis

□

□

Dipasteurisasi 70°C selama 10 menit

□ Sari Kulit Nanas

Sari Kulit Nanas

Gambar 1. Diagram alir pembuatan sari kulit nanas[2]

□

□ Ekstraksi Kulit Nanas

Ekstraksi Kulit Nanas

Proses Optimasi Kombucha Kulit Nanas

□

Disaring (100 mesh dan 200 mesh)

□ Gula (sesuai perlakuan) Starter 10% (v/v)

Gula (sesuai perlakuan) Starter 10% (v/v)

□

□

Dituang dalam jar kaca

□

Difermentasi selama (t: sesuai perlakuan)

□

□ Kombucha kulit nanas

Kombucha kulit nanas

Optimasi (total asam dan flavonoid)

□ Analisis Pengamatan:

Total asam

Vitamin C

pH

TPT

Warna

Organoleptik

Analisis Pengamatan:

Total asam

Vitamin C

pH

TPT

Warna

Organoleptik

□

Dilakukan verifikasi titik optimum

Dilakukan karakterisasi hasil verifikasi optimal

Gambar 2. Diagram alir pembuatan kombucha kulit nanas[2][9]

Pengujian dan Analisis

Dilakukan pengujian respon pada kombucha kulit nanas meliputi analisis total asam[8]. Setelah diperoleh nilai respon produk kombucha kulit nanas, dilakukan analisis data

menggunakan software Design Expert 13 untuk mendapatkan kondisi optimal.

Verifikasi Hasil Optimal

Verifikasi dilakukan dengan menganalisis perbedaan yang muncul antara hasil prediksi yang dihasilkan oleh software Design Expert 13 sebagai titik optimum. Hasil prediksi dari

perangkat lunak diperoleh setelah perangkat lunak melakukan analisis yang menghasilkan titik optimum. Jika selisihnya kurang dari 5%, hal ini mengindikasikan adanya keasaman yang

signifikan antara keduanya yang menandakan bahwa model yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Karakterisasi Hasil Verifikasi

Karakterisasi hasil produk kombucha kulit nanas optimal yang sudah diverifikasi, meliputi analisis fisik yakni TPT [10] dan warna [11], analisis kimia pH [12], total asam [13], dan Vit.C [14].

III. Hasil dan Pembahasan

Penelitian mengenai optimasi kombucha kulit nanas telah dilakukan dengan menggunakan dua faktor dan satu respon. Data hasil kombinasi perlakuan yang didapat dari Response Surface Methodology dapat dilihat pada Tabel 3.

No	Kode Variabel	Variabel Sebenarnya	Respon		
X1	X2	Konsentrasi Gula (%)	Lama Fermentasi (Jam)	Total Asam (%)	
1	1	20	192	0,986	
2	0	0	15	144	0,580
3	-1	-1	10	96	0,526
4	0	0	15	144	0,580
5	-1,414	0	7,92893	144	0,690
6	0	0	15	144	0,500
7	0	1,414	15	211,882	1,020
8	-1	1	10	192	0,980
9	1	-1	20	96	0,480
10	1,414	0	22,0711	144	0,580
11	0	0	15	144	0,580
12	0	0	15	144	0,580
13	0	-1,414	15	76,1177	0,500

Tabel 3. Data Hasil Respon Total Asam

Pemilihan Model Pada Respon Total Asam

Pemilihan model pada metode optimasi dengan Response Surface Method ini dapat ditentukan melalui model uraian jumlah kuadrat (Sequential Model Sum of Squares), uji ketidaksesuaian (Lack of Fit Test), serta ringkasan model berdasarkan analisis statistik (Model Summary Statistics). Pada uraian jumlah kuadrat ditentukan berdasarkan nilai p-value. Dimana dapat dikatakan signifikan apabila semakin kecil nilai p-value. Pada Tabel 4, dengan respon total asam dianjurkan menggunakan model quadratic karena bersifat signifikan dan nilai p-value <0,05 sehingga berpengaruh lebih besar dari model lain.

Source Jumlah Kuadrat Derajat Bebas Kuadrat Tengah F Hitung p-value Keterangan

Mean	5.67	1	5.67
Linear	0.3641	2	0.1820 16.75 0.0006
2FI	0.0007	1	0.0007 0.563 0.8177
Quadratic	0.0907	2	0.0454 18.43 0.0016 Suggested
Cubic	0.0080	2	0.0040 2.15 0.2116 Aliased
Residual	0.0093	5	0.0019
Total	6.14	13	0.4722

Tabel 4. Data Analisis Ragam Respon Total Asam

Pemilihan ringkasan model ditentukan berdasarkan beberapa parameter statistic. Berdasarkan nilai deviasi, model dengan nilai kecil menunjukkan tingkat ketelitian yang lebih baik. Selain itu, pemilihan model juga ditentukan berdasarkan nilai Sequential p-value dan Lack of Fit p-value. Model quadratic memiliki nilai Sequential p-value sebesar 0,0016 (p<0,05) yang menunjukkan bahwa model signifikan serta nilai Lack of Fit p-value sebesar 0,1480 (p>0,05) yang menandakan tidak terjadi Lack of Fit. Kemudian, pemilihan model juga didasarkan pada nilai koefisien determinasi (R²) dimana model yang baik memiliki nilai R² mendekati 1 yang menunjukkan adanya korelasi yang tinggi antara hasil penelitian dengan nilai prediksi [15]. Model quadratic memiliki nilai Adjusted R² sebesar 0,9375 dan Predicted R² sebesar 0,8008 dengan selisih kurang dari 0,2 sehingga memenuhi kriteria model yang baik [16]. Nilai Adjusted R² tersebut menunjukkan bahwa variable bebas yang digunakan dalam penelitian ini mampu menjelaskan respon total asam sebesar 93,34% sedangkan sisanya sebesar 6,66% yang dipengaruhi oleh factor lain yang tidak diteliti. Untuk pemilihan ringkasan model statistika respon total asam dapat dilihat pada Tabel. 5

Sumber Keragaman	Standar Deviasi	R²	Adj R²	Pred R²	PRESS	Keterangan
Linear	0.1042	0.7702	0.7242	0.6049	0.1868	
2FI	0.1095	0.7716	0.6954	0.3833	0.2915	
Quadratic	0.0496	0.9635	0.9375	0.8008	0.0944	Suggested
Cubic	0.0430	0.9804	0.9530	0.4225	0.2730	Aliased

Tabel 5. Pemilihan Ringkasan Model Statistika Respon Total Asam

Penentuan model berdasarkan uji ketidaksesuaian memberikan hasil nilai p-value pada model quadratic sebesar 0.1480. Penggunaan model secara akurat jika dari model bersifat tidak nyata dengan p-value lebih besar dari 0.05. Hal ini menjelaskan bahwa quadratic merupakan model yang tepat dan terpilih untuk respon total asam. Berdasarkan nilai Sequential p-value sebesar 0,0016, model quadratic signifikan menjelaskan hubungan antara variable bebas dengan respon. Nilai Adjusted R² sebesar 0.9375 dan Predicted R² sebesar 0.8008 yang menunjukkan kecocokan model yang baik antara data actual dan data prediksi sehingga model quadratic direkomendasikan (Suggested) untuk digunakan dalam analisis respon total asam [17].

Dari model quadratic yang terpilih dihasilkan suatu persamaan yang menunjukkan hubungan antara dua faktor,



yaitu variable X1 (Konsentrasi Gula) dan X2 (Lama Fermentasi) terhadap respon Y (Total Asam).

Persamaan polinomial dalam bentuk variable sebenarnya dapat dituliskan sebagai berikut:



Y=1.524815 – 0.068939X1 + 0.010069X2 + 0.

00005417X1X2 + 0.001875 X1² + 0.00004747X2²

Persamaan ini digunakan untuk mempelajari pengaruh masing-masing variable terhadap respon total asam. Koefisien X1² dan X2² yang bernilainegatif menunjukkan adanya titik stasioner maksimum pada permukaan respon yang mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi gula dan lama fermentasi hanya akan meningkatkan total asam hingga titik tertentu, setelah itu nilainya akan turun [18]. Dengan demikian, bentuk permukaan respon bersifat cekung kebawah.

Sumber Keragaman Jumlah Kuadrat Derajat Bebas Kuadrat Tengah F Hitung p-value Keterangan

Model	0.4555	5	0.0911	37.00	<0.0001	Signifikan
Lack of Fit	0.0121	3	0.0040	3.16	0.1480	Tidak Signifikan
A-Konsentrasi Gula	0.0048	1	0.0048	1.94	0.2061	
B-Lama Fermentasi	0.3593	1	0.3593	145.92	< 0.0001	
AB	0.0007	1	0.0007	0.2745	0.6165	

Standar Deviasi	0.0496
R²	0.9635
R² Adjusted	0.9375
R² Predictde	0.8008
PRESS	0.0942

Tabel 6. Analisis Ragam Pada Respon Total Asam Model Quadratic

Adanya perubahan warna pada grafik 3D digunakan sebagai acuan untuk melihat seberapa tinggi respon yang dihasilkan dari dua interaksi. Tingginya nilai respon biasanya berwarna semakin merah, sedangkan semakin rendah nilai respon grafik akan berwarna biru. Kandungan total asam tertinggi terdapat pada interaksi antara faktor konsentrasi gula dan lama fermentasi pada kondisi maksimum. Titik A merupakan konsentrasi sukrosa sebesar 15% dan titik B merupakan lama fermentasi selama 144 jam yang menghasilkan total asam sebesar 0.564%. Peningkatan nilai total asam dipengaruhi oleh lama fermentasi yang lebih dominan dibandingkan konsentrasi sukrosa [19][20][21]. Selama fermentasi berlangsung, mikroorganisme pada SCOBY memanfaatkan sukrosa sebagai substrat untuk menghasilkan etanol dan asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukonat serta asam laktat[22][23]. Semakin lama waktu fermentasi semakin besar jumlah asam organik yang terbentuk sehingga kadar total asam juga meningkat [24][25]. Penambahan konsentrasi sukrosa yang berlebih tidak selalu meningkatkan total asam secara signifikan karena sebagian gula akan digunakan oleh khamir untuk proses pembentukan etanol sebelum diubah oleh bakteri menjadi asam [18]. Hal tersebut menyebabkan respon total asam meningkat hanya sampai titik tertentu sebelum menurun kembali. Pola tersebut menunjukkan bahwa model quadratic yang dihasilkan bersifat cekung ke bawah dengan titik stasioner maksimum pada kombinasi variabel optimum.

□

Gambar 2. Grafik 3D Interaksi Konsentrasi Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Total Asam

Berdasarkan pada Gambar2, dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi dan konsentrasi sukrosa yang digunakan dalam batas optimum akan meningkatkan nilai total asam pada kombucha kulit nanas. Hal ini sejalan dengan proses fermentasi semakin aktif menghasilkan asam-asam organik dari pemecahan sukrosa dan fruktosa. Apabila fermentasi melebihi titik optimum, aktifitas mikroba mulai menurun akibat berkurangnya sumber gula dan meningkatnya kadar asam yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan ragi begitu juga jika konsentrasi sukrosa melebihi batas optimum, proses fermentasi menjadi tidak efisien karena tekanan osmotik yang tinggi dalam medium. Oleh karena itu, konsentrasi sukrosa 15% dan lama fermentasi 144 jam ditetapkan sebagai kombinasi perlakuan terbaik dengan nilai total asam sebesar 0.564% dan desirability 1.000 yang menunjukkan kondisi optimum berdasarkan hasil analisis Design Expert 13.

B. Penentuan Titik Optimal Respon dan Verifikasi

Berdasarkan analisis menggunakan Design Expert 13, titik optimal untuk respon total asam diperoleh pada kombinasi konsentrasi sukrosa sebesar 15% dan lama fermentasi 144 jam dengan nilai prediksi total asam sebesar 0.564% dan nilai desirability 1.000 [26]. Nilai desirability yang mendekati satu menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tersebut memenuhi kondisi optimum yang paling sesuai dengan kriteria yang ditentukan oleh model [27]. Titik optimal ini menggambarkan bahwa penambahan gula hingga konsentrasi tertentu dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme dalam SCOBY sedangkan lama fermentasi yang cukup memungkinkan terjadinya konversi gula menjadi asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukonat dan asam laktat. Tetapi peningkatan sukrosa dan waktu fermentasi di luar titik optimum dapat menyebabkan penurunan respon total asam akibat menurunnya aktivitas mikroba dan akumulasi asam yang terlalu tinggi dalam medium.

Konsentrasi Sukrosa	(%)	Lama Fermentasi	Total Asam	Desirability	Keterangan
Prediksi	15	144	0.564	1.000	Selected
Verifikasi	15	144	0.583	--	
Tingkat Ketepatan (%)	96.74	--			

Tabel 7. Solusi Titik Optimum Respon Total Asam

Verifikasi dilakukan dengan melakukan fermentasi ulang pada kondisi optimum untuk membandingkan hasil aktual dengan nilai prediksi model [28]. Hasil verifikasi menunjukkan nilai total asam actual sebesar 0.583% dengan selisih sebesar 2.8% terhadap nilai prediksi. Perbedaan yang kecil antara hasil prediksi dan hasil actual menunjukkan bahwa model quadratic yang digunakan memiliki akurasi tinggi dan dapat digunakan untuk memprediksi respon total asam pada fermentasi kombucha kulit nanas secara valid dan reliabel. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kombinasi konsentrasi sukrosa 15% dan 144 jam fermentasi merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan kombucha kulit nanas dengan kadar total asam optimal serta mutu fermentasi yang stabil.

C. Karakteristik Kombucha Kulit Nanas Optimum

Kombucha kulit nanas pada kondisi optimum yaitu konsentrasi sukrosa 15% dan lama fermentasi 144 jam menghasilkan nilai total asam sebesar 0,583% nilai tersebut menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung optimal dengan aktivitas mikroorganisme yang efektif dalam mengonversi gula menjadi asam organik. Nilai pH kombucha kulit nanas optimum sebesar 3,1 yang berada pada kisaran pH normal minuman kombucha [29]. Nilai pH mencerminkan terbentuknya asam organik selama fermentasi serta menunjukkan kestabilan produk fermentasi yang dihasilkan [18].

Hasil analisis total padatan terlarut (TPT) menunjukkan terjadinya kenaikan dibandingkan sebelum fermentasi. Kenaikan TPT disebabkan oleh pemanfaatan gula sebagai substrat oleh mikroorganisme selama proses fermentasi yang selanjutnya diubah menjadi etanol dan asam-asam organik [30]. Menurut hasil dari analisis vitamin C kombucha kulit nanas optimum masih mengandung vitamin C yang berasal dari bahan baku kulit nanas. Kondisi fermentasi pada titik optimum mampu mempertahankan kandungan vitamin C dalam produk fermentasi .

IV. SIMPULAN

Optimasi proses fermentasi kombucha kulit nanas menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) menghasilkan model quadratic yang signifikan dalam menggambarkan hubungan antara konsentrasi gula dan lama fermentasi terhadap respon total asam. Faktor lama fermentasi memberikan pengaruh yang lebih dominan dibandingkan konsentrasi gula terhadap pembentukan total asam. Kondisi fermentasi optimum diperoleh pada konsentrasi sukrosa 15% dan lama fermentasi 144 jam dengan nilai total asam sebesar 0,583%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya terlebih ibu saya yang selalu mendukung baik dalam moral dan doa serta kepada Kaprodi Teknologi Pangan yang selalu memberikan masukan, arahan dan dukungan dalam penelitian dan penyusunan laporan sehingga dapat menyelesaikan dengan baik. Terima kasih juga kepada para dosen Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Tidak lupa juga kepada teman-teman yang turut memberikan semangat dan dukungan serta warkop LA yang sudah memberikan ruang untuk menumbuhkan inspirasi.

Referensi

[1]S. Batubara, “Study on Kombucha Tea From Dragon Fruit Peel Potential as a High-Antioxidant Functional Drink,”



Curr. Dev. Nutr., vol. 6, 2022, doi: 10.1093/cdn/nzac077.009.
[2]R.

doi.org | Characterization and Sensory Evaluation of Moringa Leaf (Moringa oleifera L.) Kombucha Optimal

<https://doi.org/10.21070/ups.8057>

U. Budiandari, R. Azara,
R. Adawiyah, and A. E.
Prihatiningrum,
"Studi
karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (Ananas comosus
)
Teknol.

doi.org | Optimization of Ginger Kombucha (Zingiber officinale Rosc.) Manufacturing Process Total Acid Response Using Response Surface Method

<https://doi.org/10.21070/ups.7826>

Pangan, 2023, doi: 10.35891/tp.v14i2.3890.
[3]G. S.
P. Kusuma and K. Fibrianto,
“
PENGARUH OPTIMASI LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK KOMBUCHA DAUN TUA KOPI ROBUSTA DAMPIT METODE OKSIDATIF DAN
NON-OKSIDATIF.”
J.
Pangan dan Agroindustri, vol. 6, no. 4, pp. 87–97, 2018, doi: 10.21776/ub.jpa.2018.006.04.10.

[4]N. R.

Rahmadani, “Karakteristik sifat fisika, kimia dan aktivitas antioksidan kombucha dari berbagai varietas buah apel,” J. Teknol. Has. Pertanian., 2017.


[5]R. M. Kunda, R. R. Lokollo, P. Utami, H. Jesajas, and
 **www.jurnal.yaspenosumatera.org**
<https://www.jurnal.yaspenosumatera.org/index.php/mejuajua/article/view/302>
M. Moniharapon,
“Pelatihan pembuatan minuman probiotik fermentasi dari limbah kulit nanas (*Ananas comosus* L.
) di Desa Seruawan,”
INDRA, 2024, doi: 10.29303/indra.v5i2.376.
[6]S. Hartini, M. N. Cahyanti, D. K. A. Kusumahastuti, I. T. Susilowati, and Y. M. A.

Mahardika, “Antioxidant Profile in Pineapple Peel Fermentation by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei*,”


J. Penelit. Pendidik. IPA, 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i4.7546.
[7]D. S. Wahyuningtias, A. S.

Fitriana, and D. Nawangsari, “Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Sifat Organoleptik dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Bunga Telang (*Clitoria
ternatea* L.),”


Pharm. Genius, vol. 2, no. 3, 2023, doi: 10.56359/pharmgen.v2i3.297.
[8]Y. M. R. Sinaga, S. Widyastuti, M. Ma'wa, M.

D. Ariyana, K. Yuniarto, and M.


Fuadi,

“Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Karakteristik Nira Aren,”

Pro Food, vol. 11, no. 1, 2025, doi: 10.29303/profood.v11i1.543.
[9]F. Rezaldi, M. F. Fadillah, L. D. Agustiansyah, S. A. Tanjung, L. Halimatus

yadiyah, and E. Safitri, “Aplikasi

 **dx.doi.org** | Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (*Ananas comosus*)
<http://dx.doi.org/10.35891/tp.v14i2.3890>
Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Buah Nanas Madu (*Ananas comosus*) Subang Sebagai Antibakteri Gram Positif Dan Negatif Berdasarkan Konsentrasi Gula Yang

Berbeda,” J.


Agroteknologi Merdeka Pasuruan, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.51213/jamp.v6i1.70.
[10]D.
 **doi.org** | Characterization and Sensory Evaluation of Moringa Leaf (*Moringa oleifera* L.) Kombucha Optimal
<https://doi.org/10.21070/ups.8057>
R. Ningsih, V.
P. Bintoro, and N.
Nurwantoro,
“Analisis Total Padatan Terlarut,
Kadar Alkohol, Nilai pH dan Total Asam pada Kefir Optima dengan Penambahan High Fructose Syrup (HFS),
J. Teknol. Pangan, vol. 2, no. 2, 2018, doi: 10.14710/jtp.2018.20602.
[11]N. Nurhayati, S. Yuwanti, and A.
Urbahillah,

"KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORI KOMBUCHA CASCARA (KULIT KOPI RANUM),"

J. Teknol. dan Ind. Pangan, vol. 31, no. 1,

2020, doi: 10.6066/jtp.2020.31.1.38.

[12]N.- Rochyani, R. L. Utpalasari, and I.

Dahlia, "ANALISIS HASIL KONVERSI ECO ENZYME MENGGUNAKAN NENAS (Ananas comosus) DAN PEPAYA (Carica papaya L.),"



J. Redoks, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.31851/redoks.v5i2.5060.

[13]A. R. Rohman, B. Dwiloka,

and H. Rizqiati, "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Total Asam, Total Bakteri Asam Laktat, Total Khamir dan Mutu Hedonik Kefir Air Kelapa Hijau (Cocos nucifera),"



J. Teknol. Pangan, vol. 3, no. 1, 2019, doi: 10.14710/jtp.2019.

23281.

[14]Y. A. N. Fitriana and A. S. Fitri, "Analisis Kadar Vitamin C pada Buah Jeruk Menggunakan Metode Titration Iodometri,"



Sainteks, vol. 17, no. 1, 2020, doi: 10.30595/sainteks.v17i1.8530.

[15]E. Zubaidah and C. A.

Afgani, "Optimasi proses fermentasi kombucha jahe menggunakan Response Surface Methodology (RSM),"



J. Teknol. dan Ind. Pangan, vol. 29, no. 2, pp. 123–131, 2018.

[16]N. B. Fedora and R. U. Budiandari,

"Optimasi Proses Pembuatan Kombucha Jahe (Zingiber officinale Rosc.) Menggunakan Metode Respon Permukaan," Compos. J. Ilmu Pertan., vol. 7, no. 2, pp.



112–120, 2025, doi: 10.37577/composite.v7i2.884.

[17]R. U. Budiandari, A. R. Hikmah, S. R. Nurbaya, A.

E. Prihatiningrum, and F. N.



Indahsari,

"Optimasi Proses Pembuatan Kombucha Daun Kelor (Moringa oleifera L.): Kajian Konsentrasi Sukrosa dan Lama Fermentasi sebagai Minuman Probiotik Menggunakan Response Surface Methodology,"

Agroteknika, vol. 8, no. 4, pp. 881–893, 2025, doi: 10.55043/agroteknika.v8i4.268.

[18]R. R. Cardoso, R.

O. Neto, and C. T. Dos Santos D'Almeida, "Kombucha from different substrates: Chemical and functional profile,"



Food Chem., 2022, doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132833.

[19]A. R.

Rohman, B. Dwiloka, and H. Rizqiati, "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Total Asam dan Mutu Kefir Air Kelapa Hijau,"



J. Teknol. Pangan, vol. 3, no. 1, 2019, doi: 10.14710/jtp.2019.23281.

[20]E. Ivanišová, K.

Meňhartová, M. Terentjeva, and et al., "The



Document from another user

♥ Comes from another group

evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha



www.medichub.ro | Compoziția și efectele potențiale asupra sănătății ale băuturilor de tip Kombucha

<https://www.medichub.ro/reviste-de-specialitate/the-romanian-journal-of-nutrition/compozitia-si-efectele-potentiale-asupra-sanatatii-ale-bauturilor-de-tip-kombucha-id-10684-cmsid-145>

tea

beverage,” J. Food Compos. Anal., 2020,



doi: 10.1016/j.jfca.2019.103555.
[21]R. U. Budiandari, R. Azara,

L. Hudi, and A. Rowihatunnufus, “Aktivitas



doi.org | Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Instan Kombucha Sari Kulit Nanas (Ananas Comosus L. Merr)
<https://doi.org/10.17969/jtipi.v17i1.40323>

Antioksidan Minuman Serbuk Instan Kombucha Sari Kulit Nanas (Ananas comosus L.

Merr),”



J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones., vol. 17, no. 1, 2025, doi: 10.17969/jtipi.v17i1.40323.
[22]F. Rezaldi, M. F. Fadillah, L. D. Agustiansyah, and E. Safitri,

“Fermentasi Kombucha Buah Nanas sebagai Antibakteri Berdasarkan Konsentrasi Gula,” J.



Agroteknologi Merdeka Pasuruan, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.51213/jamp.v6i1.70.
[23]A. J. Marsh, O. O'Sullivan, C. Hill, R. P. Ross, and P. D.

Cotter, “Sequence-based



dergipark.org.tr | Fermentasyon Süresinin Kombu Çayı Mikrobiyotası ve Canlılık Oranları Üzerine Etkileri
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/797314>

analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus)

samples,”



Food Microbiol., 2014, doi: 10.1016/j.fm.2014.03.003.
[24]E. Ivanišová, K. Meňhartová, and M.

Terentjeva, “Chemical, antioxidant and sensory properties of kombucha beverages prepared with different substrates,” Foods, vol. 13, no. 2, p. 412, 2024, doi: 10.3390/foods13020412.

[25]L. Ayed, S. Ben Abid, and M. Hamdi, “Development



dergipark.org.tr | Fermentasyon Süresinin Kombu Çayı Mikrobiyotası ve Canlılık Oranları Üzerine Etkileri
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/797314>

of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha

consortium,”



Ann. Microbiol., 2017, doi: 10.1007/s13213-016-1232-9.
[26]A. Singh, V. Sharma, and R. Kumar,

“Optimization of fermentation of Himalayan black tea beverage using response surface methodology,” J. Food Eng., 2025, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2025.111245.
[27]D. Pratiwi and E. Zubaidah, “Optimization of ginger kombucha manufacturing process using response surface methodology,” Compos. J. Ilmu Pertan., 2025.

[28]L. T. Phung et al., “Changes



doi.org | PENGARUH PENAMBAHAN MADU GALO-GALO TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBUCHA KULIT NANAS DAN AIR KELAPA
<https://doi.org/10.30598/biofaal.v5i2pp107-115>

in the chemical
compositions and biological properties of kombucha beverages made



Document from another user
Comes from another group

from black teas

and pineapple peels and cores,” Sci. Rep., vol. 13, no. 7859,



2023, doi: 10.1038/s41598-023-34954-7.
[29]R. Jayabalan, R. Malbaša, E. Lončar, and J. Vitas,

“A

14

dergipark.org.tr | Fermentasyon Süresinin Kombü Çayı Mikrobiyotası ve Canlılık Oranları Üzerine Etkileri
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/797314>

Review on Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea

Fungus,”

Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., 2014, doi: 10.1111/1541-4337.12073.
[30]R. Jayabalan, R. V Malbaša,

and E. S. Lončar, “Optimization of Kombucha Tea Fermentation Conditions Using Response Surface Methodology,” J. Food Process. Preserv., vol. 38, no. 3, pp. 1342–1350, 2014, doi: 10.1111/jfpp.12099.



□ Conflict of Interest Statement

15

archive.umsida.ac.id
<https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/310/2421/2615>

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Conflict of Interest Statement

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.