

Optimasi proses pembuatan kombucha jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) menggunakan metode respon permukaan

Optimization manufacture process of ginger kombucha (*Zingiber officinale* Rosc.) process using response surface method

Nara Belva Fedora, Rahmah Utami Budiandari

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Jl. Raya Gelam 250 Candi Sidoarjo, Indonesia

Korespondensi:
rahmautami@umsida.ac.id

Submit:
16 April 2025

Direvisi:
20 Mei 2025

Diterima:
22 Juli 2025

Abstract. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) can be optimized as a raw material for making kombucha because it contains many active compounds that are beneficial for health. Making kombucha is done with the help of Scoby which requires sugar media as a growth substrate. This study aims to determine the optimal conditions for making ginger kombucha. This study uses the surface response method with central composite design (CCD), the observed variables are sugar concentration and ginger concentration, with a total acid response. The results of the study on the optimum proportion have a desirability value of 0.845 at a sugar concentration of 10% and a ginger concentration of 75% with a total acid response of $0.582 \pm 0.012\%$. From the results of the optimum proportion, characterization was also carried out on antioxidant activity of 182.71 mg TE, vitamin C content of 0.02%, total sugar 0.76%, color, Total Dissolved Solids, pH, and organoleptic tests.

Keywords: ginger, kombucha, optimization, sugar, total acid

Abstrak. Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) dapat dioptimalkan sebagai bahan baku pembuatan kombucha karena banyak mengandung senyawa aktif yang bermanfaat untuk kesehatan. Pembuatan kombucha dibuat dengan bantuan Scoby yang membutuhkan media gula sebagai substrat pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimal pembuatan kombucha jahe. Penelitian ini menggunakan metode respon permukaan dengan central composite design (CCD), variabel yang diamati konsentrasi gula dan konsentrasi jahe, dengan respon total asam. Hasil penelitian pada proporsi yang optimum memiliki nilai *desirability* 0.845 pada konsentrasi gula 10% dan konsentrasi jahe 75% dengan respon total asam $0.582 \pm 0,012\%$. Karakteristik kombucha jahe optimal meliputi nilai aktivitas antioksidan $182.71 \pm 0,002$ mg TE, kadar vitamin C $0.02 \pm 0,001\%$ dan total gula $0.76 \pm 0,002\%$.

Kata-kata kunci: gula, jahe, kombucha, optimasi, total asam

PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) termasuk jenis tanaman rimpang dengan populasi melimpah di Indonesia (Herlinawati *et al.*, 2023). Tanaman ini biasanya dimanfaatkan sebagai tambahan bumbu masak (Koswara, 2016), minuman tradisional (Sari & Nasuha, 2021) dan juga obat tradisional (Yuliningtyas *et al.*, 2019). Jahe dimanfaatkan karena adanya kandungan senyawa aktif yang berguna bagi kesehatan (Aryanta, 2019). Senyawa aktif yang terkandung diantaranya seperti: gingerol, shogaol, zingeron, tokoferol, flavonoid, kumarin, turunan asam sinamat, serta asam organik yang berguna sebagai antioksidan, antiinflamasi, analgesik, anti karsinogenik dan antimikroba (Ayuratri *et al.*, 2017; Meindrawan *et al.*, 2024; Pebiningrum & Kusnadi, 2018). Namun pemanfaatan jahe belum dilakukan

secara maksimal, hal ini dikarenakan adanya cita rasa khas jahe yang tidak cocok dengan beragam menu makanan dan minuman. Rasa jahe yang segar, pedas, dan hangat cocok untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan kombucha.

Kombucha dapat disebut sebagai jenis minuman teh fungsional yang dibuat dengan melalui proses fermentasi menggunakan *Scoby* (Rezaldi *et al.*, 2022; Thayeb *et al.*, 2023). Penggunaan *Scoby* terdiri dari jenis kelompok bakteri *Acetobacterxylinum* dan kelompok ragi *Saccharomyces* sp. (Budiandari *et al.*, 2023; Yanti *et al.*, 2020). Untuk bahan baku dari kombucha, biasanya berasal dari teh hijau, teh hitam, (Ita Purnami *et al.*, 2018) maupun *infused water* dari jenis buah, bunga, dan juga rimpang (Kusuma & Fibrianto, 2018) bahkan dari limbah organik (Budiandari *et al.*, 2023). Minuman fungsional ini banyak mengandung gizi yang lebih tinggi dari teh biasa (Nasution & Nasution, 2022). Kombucha memiliki kandungan senyawa fenolik yang mampu berperan sebagai antioksidan. Sehingga kombucha banyak memiliki manfaat yang berguna bagi kesehatan. Diantaranya mampu memperbaiki mikroflora usus, dapat menurunkan tekanan darah, dan juga meningkatkan imun kekebalan tubuh (Febriella *et al.*, 2021).

Pembuatan kombucha diperlukan substrat sebagai nutrisi bagi *Scoby* (Fathurrohlim *et al.*, 2022), dimana nutrisi tersebut berupa gula (Putri *et al.*, 2023). Dalam penggunaannya selama proses fermentasi gula akan diubah oleh bakteri menjadi asam organik (Rezaldi *et al.*, 2022) dan akan diuraikan menjadi etanol dalam kadar rendah dan CO₂ oleh ragi (Yuningtyas *et al.*, 2021). Hasil fermentasi diperoleh senyawa berupa asam asetat, asam folat (Majidah *et al.*, 2022), asam laktat, asam glukuronat, etanol, vitamin C, vitamin B1, B2, B6, dan B12 (Rodhiyah *et al.*, 2024).

Pembuatan kombucha dengan bahan baku jahe dinilai cocok dikarenakan keduanya sama sama memiliki kandungan asam organik. Yang dimana kombinasi ini tidak akan mengurangi ciri khas dari jahe maupun kombucha yang sama-sama identik bermanfaat bagi kesehatan. Dalam penelitian yang dilakukan (Naufal *et al.*, 2022) dengan konsentrasi gula sebanyak 15% menghasilkan karakteristik kombucha terbaik. Sedangkan pada penelitian kombucha dengan perlakuan terbaik diperlukan konsentrasi jahe sebanyak 50% (Rahmania, 2021). Berdasarkan referensi diatas maka penulis menjadikan sebagai acuan titik tengah dalam menyusun sebuah penelitian untuk mendapatkan perlakuan konsentrasi yang optimum.

Penelitian mengenai “Optimasi Proses Pembuatan Kombucha Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Respon Total Asam Menggunakan Metode Respon Permukaan” bertujuan untuk menentukan perlakuan optimum untuk menghasilkan kombucha jahe dengan kualitas yang baik.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan November 2024 sampai dengan bulan Maret 2025. Untuk pembuatan produk dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan. Analisa respon kandungan total asam dan karakterisasi dilakukan di Laboratorium Analisa Pangan. Sedangkan karakterisasi uji organoleptik dilakukan di Laboratorium Sensori program studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini terdiri dari timbangan digital merk Centaurus Scale, kompor, pisau, thermometer, toples kaca ukuran 700mL, saringan teh, spatula, karet, kain penutup jar. Untuk alat yang digunakan pada analisa respon meliputi buret, statif + klem, corong kaca, pipet ukur dengan merk Iwaki Pyrex, pipet tetes. Sedangkan alat analisa pada karakterisasi meliputi neraca analitik merk OHAUS, tabung reaksi dan rak, erlenmeyer dengan merk Pyrex, gelas ukur, labu ukur dengan merk Pyrex, beaker glass dengan merk Iwaki Pyrex, hot plate magnetic stirrer merk Thermo scientific, vortex, kuvet, Colour reader, pH meter, Refraktometer, spektrofotometer UV-Vis merk B-One 100 DA.

Bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah gula yang diperoleh dari minimarket, jahe yang diperoleh dari pasar Tarik dan starter kombucha. Untuk bahan yang digunakan analisa respon meliputi Indikator PP,

dan NaOH 0,1 N. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisa karakterisasi meliputi aquadest, serbuk DPPH, serbuk trolox, metanol *p.a*, reagen anthrone, H₂SO₄, glukosa, larutan amilum 1%, larutan iodin 0,1 N.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan optimasi melalui *Respon Surface Methode* (RSM) dengan *Central Composite Design* (CCD) (Budiandari & Widjanarko, 2014). Rancangan titik tengah, atas dan bawah pada RSM dapat dilihat pada **Tabel 1**. Sedangkan untuk rancangan komposit pusat pada proses pembuatan kombucha jahe dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Rancangan pada metode permukaan respon

| | Konsentrasi Gula (%) | Konsentrasi Jahe (%) |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Titik Atas | 20% | 75% |
| Titik Tengah | 15% | 50% |
| Titik Bawah | 10% | 25% |

Tabel 2. Rancangan komposit pusat pada permukaan respon

| No | Variabel Kode | | Variabel Sebenarnya | | Respon |
|----|---------------|--------|----------------------|----------------------|----------------|
| | K1 | K2 | Konsentrasi Gula (%) | Konsentrasi Jahe (%) | Total Asam (%) |
| 1 | -1 | -1 | 10 | 25 | |
| 2 | 1 | -1 | 20 | 25 | |
| 3 | -1 | 1 | 10 | 75 | |
| 4 | 1 | 1 | 20 | 75 | |
| 5 | -1.414 | 0 | 7.92893 | 50 | |
| 6 | 1.414 | 0 | 22.0711 | 50 | |
| 7 | 0 | -1.414 | 15 | 14.6447 | |
| 8 | 0 | 1.414 | 15 | 85.3553 | |
| 9 | 0 | 0 | 15 | 50 | |
| 10 | 0 | 0 | 15 | 50 | |
| 11 | 0 | 0 | 15 | 50 | |
| 12 | 0 | 0 | 15 | 50 | |
| 13 | 0 | 0 | 15 | 50 | |

Variabel Pengamatan

Penelitian ini memiliki variabel pengamatan berupa analisis kimia yang meliputi total asam metode titrasi (Adrianto et al., 2020). Setelah mendapatkan nilai dari variabel yang diamati, kemudian dianalisis data dengan program *software Design Expert 13.0.15* agar didapatkan kondisi yang optimum.

Analisis Data

Perolehan data kemudian dianalisis untuk penentuan titik optimum dari masing-masing parameter respon pada *software Design Expert 13.0.15*. Selanjutnya dari *system* akan memberikan titik optimum, grafik dan juga anova yang dimana dari *software Design Expert 13.0.15* memberikan solusi yang akan diverifikasi dan divalidasi ulang untuk membuktikan dan menentukan kombinasi perlakuan optimum yang terbaik.

Prosedur Optimasi Kombucha Jahe

Prosedur pembuatan kombucha jahe mengacu pada (Nafisah et al., 2024) yang dimodifikasi. Tahapan pertama dilakukan pencucian pada jahe, kemudian dipotong dan ditimbang sesuai dengan perlakuan. Kemudian potongan jahe diseduh dengan air panas sebanyak 200 mL suhu 60°C, didiamkan selama 5 menit dan disaring dengan ukuran 100 mesh. Selanjutnya dimasukkan kedalam toples kaca dan ditunggu hingga sedikit dingin sampai suhu 30°C. Kemudian diberikan tambahan gula sesuai dengan masing masing perlakuan yang didapatkan melalui program *software Design Expert 13.0.15*, dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya ditambahkan dengan starter sebanyak 10% (v/v) dari larutan

dan juga induk scoby. Setelah itu toples ditutup menggunakan kain yang diikat gelang. Hal ini dilakukan agar oksigen dapat masuk pada proses pembuatan kombucha. Selanjutnya kombucha jahe dilakukan inkubasi dalam waktu 7 hari dalam suhu ruang. Setelah dihasilkan kombucha jahe, akan dilakukan analisis pada nilai total gula dan aktivitas antioksidan. Selanjutnya akan dilakukan optimasi dengan *software Design Expert 13* pada nilai total asam. Setelah data diinputkan, *software* akan memberikan titik optimum pada respon yang diinginkan dengan memberikan saran sebagai titik optimum. Hasil prediksi dari *software Design Expert* akan dilakukan verifikasi dan validasi untuk membuktikan adanya ketepatan model. Dan selanjutnya hasil yang telah divalidasi akan dilakukan karakterisasi berupa uji fisik, kimia, dan organoleptik

Verifikasi Hasil Optimasi

Verifikasi merupakan suatu perlakuan untuk membuktikan hasil prediksi yang didapatkan dari *software Design Expert 13.0.15* dengan hasil yang dilakukan saat analisis titik optimum. Perolehan hasil dari *software* didapatkan melalui pemrograman yang telah dilakukannya analisis, oleh sebab itu didapatkan titik yang disarankan oleh *software* sebagai titik optimum. Jika selisih dari hasil kurang 5% maka nilai yang diprediksi serta hasil dilakukannya penelitian tidak berbeda jauh, dimana hal ini dapat menunjukkan adanya ketepatan model. Hasil yang telah divalidasi akan dilakukan karakterisasi berupa uji fisik, kimia, dan organoleptik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data statistik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software Design Expert 13.0.15*. Hasil data total asam dari rancangan komposit pusat dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Data respon total asam dari rancangan komposit pusat

| No | Variabel Kode | | Variabel Sebenarnya | | Respon |
|----|---------------|--------|----------------------|----------------------|----------------|
| | K1 | K2 | Konsentrasi Gula (%) | Konsentrasi Jahe (%) | Total Asam (%) |
| 1 | -1 | -1 | 10 | 25 | 0.513±0.09 |
| 2 | 1 | -1 | 20 | 25 | 0.435±0.009 |
| 3 | -1 | 1 | 10 | 75 | 0.588±0.012 |
| 4 | 1 | 1 | 20 | 75 | 0.732±0.006 |
| 5 | -1.414 | 0 | 7.92893 | 50 | 0.621±0.021 |
| 6 | 1.414 | 0 | 22.0711 | 50 | 0.726±0.006 |
| 7 | 0 | -1.414 | 15 | 14.6447 | 0.279±0.015 |
| 8 | 0 | 1.414 | 15 | 85.3553 | 0.546±0.012 |
| 9 | 0 | 0 | 15 | 50 | 0.594±0.09 |
| 10 | 0 | 0 | 15 | 50 | 0.582±0.024 |
| 11 | 0 | 0 | 15 | 50 | 0.522±0.006 |
| 12 | 0 | 0 | 15 | 50 | 0.546±0.012 |
| 13 | 0 | 0 | 15 | 50 | 0.507±0.009 |

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 Tests*), 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* (Faridah *et al.*, 2012). 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 (Sun *et al.*, 2011).

Tabel 4. *Sequential model sum of squares* respon total asam

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F Hitung | p-value prob> F | Keterangan |
|------------------|----------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|------------------|
| Mean | 3.98 | 1 | 3.98 | | | |
| Linear | 0.0760 | 2 | 0.0380 | 4.31 | 0.0477 | |
| 2FI | 0.0123 | 1 | 0.0123 | 1.46 | 0.2573 | |
| <i>Quadratic</i> | <u>0.0682</u> | <u>2</u> | <u>0.0341</u> | <u>31.34</u> | <u>0.0003</u> | <u>Suggested</u> |
| Cubic | 0.0009 | 2 | 0.0004 | 0.3160 | 0.7426 | Aliased |
| Residual | 0.0068 | 5 | 0.0014 | | | |
| Total | 4.14 | 13 | 0.3186 | | | |

Pemilihan ringkasan model ditentukan dari beberapa aspek. Untuk standar deviasi dipilih dari beberapa model yang memiliki nilai terkecil, sehingga model *quadratic* menjadi model yang disarankan oleh sistem (Perkasa *et al.*, 2021). Selanjutnya penentuan berdasarkan nilai R² dipilih model yang memiliki nilai mendekati 1. Dimana hal ini menandakan adanya korelasi derajat yang tinggi antara hasil penelitian dengan nilai prediksi. Dikatakan memenuhi apabila selisih nilai antara Adj R² dengan Pred R² memiliki nilai dibawah 0,2. Nilai Adj R² pada model *quadratic* memiliki nilai paling tinggi sebesar 0,9205 dimana hal ini mengartikan bahwasannya faktor konsentrasi gula dan konsentrasi jahe berpengaruh terhadap respon total asam sebesar 92,05% dan untuk sisanya sebesar 7,95% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti (Faridah *et al.*, 2012). Untuk pemilihan ringkasan model statistika respon total asam dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Pemilihan ringkasan model statistika respon total asam

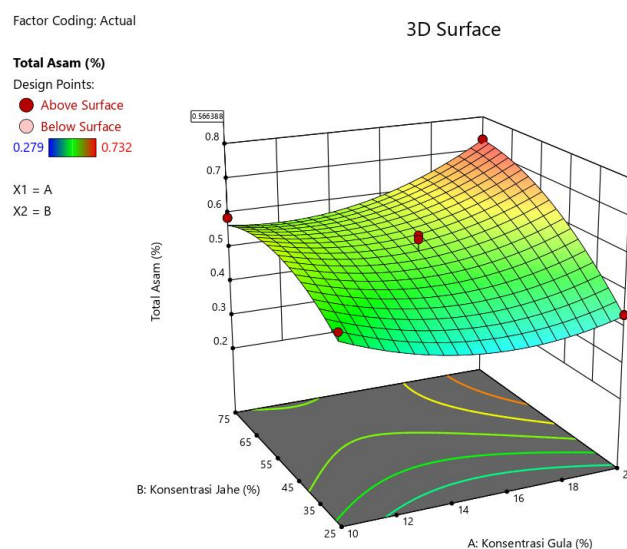
| Sumber Keragaman | Standar Deviasi | R ² | Adj R ² | Pred R ² | PRESS | Keterangan |
|------------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------|---------------|------------------|
| Linier | 0.0939 | 0.4630 | 0.3556 | -0,1497 | 0.1887 | |
| 2FI | 0.0918 | 0.5381 | 0.3841 | -0.0086 | 0.1655 | |
| <i>Quadratic</i> | <u>0.0330</u> | <u>0.9536</u> | <u>0.9205</u> | <u>0.8597</u> | <u>0.0230</u> | <u>Suggested</u> |
| Cubic | 0.0368 | 0.9588 | 0.9011 | 0.4974 | 0.0825 | Aliased |

Penentuan model berdasarkan uji ketidaksesuaian memberikan hasil nilai *p-value* pada model *quadratic* sebesar 0.7153. Penggunaan model secara akurat jika *lack of fit* dari model bersifat tidak nyata dengan *p-value* lebih besar dari 0.05 (Faridah *et al.*, 2012). Hal ini menjelaskan bahwa *quadratic* merupakan model tepat yang terpilih untuk respon total asam. Data analisis ragam pada respon total asam model *quadratic* dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Dari model *quadratic* yang terpilih menghasilkan suatu persamaan yang menunjukkan hubungan antara 2 faktor dengan variabel X₁ (Konsentrasi Gula) dan X₂ (Konsentrasi Jahe) terhadap respon Y (total asam). Persamaan polinomial dalam bentuk variabel kode sebagai berikut: $Y = 0.5502 + 0.0268X_1 + 0.0937X_2 + 0.0555X_1X_2 + 0.0676X_1^2 - 0.0628X_2^2$. Sedangkan untuk persamaan polinomial dalam bentuk variabel sebenarnya sebagai berikut: $Y = 0.972817 - 0.098018X_1 + 0.007144X_2 + 0.000444X_1X_2 + 0.002706X_1^2 - 0.000101X_2^2$

Tabel 6. Analisis ragam pada respon total asam model *quadratic*

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F Hitung | p-value prob> F | Keterangan |
|--------------------------|----------------|---------------|----------------|----------|-----------------|------------------|
| Model | 0.1565 | 5 | 0.0313 | 28.77 | 0.0002 | Signifikan |
| Lack of fit | 0.0020 | 3 | 0.0007 | 0.4770 | 0.7153 | Tidak Signifikan |
| A-Konsentrasi Gula | 0.0058 | 1 | 0.0058 | 5.29 | 0.0551 | |
| B-Konsentrasi Jahe | 0.0702 | 1 | 0.0702 | 64.56 | <0.0001 | |
| AB | 0.0123 | 1 | 0.0123 | 11.33 | 0.0120 | |
| Standar Deviasi | = 0.0330 | | | | | |
| R ² | = 0.9536 | | | | | |
| R ² Adjusted | = 0.9205 | | | | | |
| R ² Predicted | = 0.8597 | | | | | |
| PRESS | = 0.0230 | | | | | |



Gambar 1. Grafik 3D interaksi konsentrasi gula dan konsentrasi jahe terhadap total asam

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 (Perkasa *et al.*, 2021). Kandungan total asam tertinggi terdapat pada interaksi faktor konsentrasi gula dan konsentrasi jahe maksimum. Hal. Titik A merupakan konsentrasi gula sebesar 20% dan titik B konsentrasi jahe sebesar 75% yang menghasilkan total asam sebesar 0.732%. Kandungan total asam pada kombucha jahe dapat ditentukan dengan metode titrasi menggunakan larutan standar basa yang ditandai dengan adanya perubahan warna saat terjadi titik ekuivalen titrasi (Ningrum & Prayitno, 2023). Titik optimum respon total asam dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Peningkatan persentase total asam dipengaruhi oleh konsentrasi jahe dan gula, dimana kedua faktor ini saling berhubungan pada respon yang diamati. Berdasarkan konsentrasi jahe, adanya peningkatan total asam pada kombucha jahe yang dihasilkan disebabkan oleh kandungan asam organik polifungsional yang terdapat pada jahe. Dimana pada pengujian kandungan total asam pada jahe didapatkan nilai sebesar 0,048% (berat molekul asam asetat). Jahe memiliki lima jenis asam yang terkandung diantaranya asam oksalat, asam malat, asam tartarat, asam sitrat, dan asam suksinat (Azalia *et al.*, 2020). Namun kandungan asam sitrat, asam suksinat, dan asam malat pada jahe sangat rendah, sedangkan kandungan jenis asam yang tinggi pada jahe terletak pada jenis asam oksalat dan tartarat (Artasya & Parapasan, 2020). Semakin banyaknya konsentrasi jahe yang ditambahkan, maka bertambah pula kandungan total asam yang akan dihasilkan pada kombucha jahe.

Konsentrasi gula yang ditambahkan juga berpengaruh terhadap peningkatan total asam pada kombucha jahe, dimana hal ini disebabkan proses fermentasi oleh bakteri dan ragi yang menghasilkan beberapa jenis asam organik (Puspaningrum *et al.*, 2022). Pada saat proses fermentasi berlangsung,

mikroorganisme baik bakteri maupun ragi akan memecah sukrosa yang ada pada media menjadi glukosa dan fruktosa. Selanjutnya glukosa akan diubah oleh bakteri asam laktat menjadi asam glukonat, sedangkan fruktosa akan diubah menjadi asam asetat dan juga asam glukonat tapi dengan jumlah yang kecil (Fadillah *et al.*, 2022). Dengan hal ini dapat dikatakan bahwa adanya hubungan yang selaras pada konsentrasi gula dan jahe terhadap respon total asam yang dihasilkan.

Penentuan Titik Optimal Respon dan Verifikasi

Titik optimum didapatkan pada konsentrasi gula sebanyak 10% dan konsentrasi jahe sebanyak 75% dengan nilai *desirability* 0.845 (84.5%). Nilai *desirability* sebesar 0.845 mengartikan bahwa faktor dengan respon yang ditentukan dapat terpenuhi sebesar 84.5%. Nilai ini memiliki rentang 0 sampai 1, dapat dikatakan mencapai titik optimum apabila nilai mendekati angka 1 dan sulit mencapai titik optimum apabila nilai mendekati angka 0 (Maligan *et al.*, 2019).

Faktor yang optimum akan dilakukan pengujian sesuai solusi yang diberikan oleh program *software Design Expert 13.0.15* untuk memenuhi respon total asam yang sesuai prediksi. Selanjutnya akan didapatkan nilai aktual untuk dibandingkan dengan solusi titik optimum dari program. Untuk solusi titik optimum pada respon total asam dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Solusi titik optimum respon total asam

| | Konsentrasi Gula (%) | Konsentrasi Jahe (%) | Total Asam | <i>Desirability</i> | Keterangan |
|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------|---------------------|------------|
| Prediksi | 10 | 75 | 0.566 ±0.012 | 0.845 | Selected |
| Verifikasi | 10 | 75 | 0.582±0.012 | - | - |
| Tingkat Ketepatan (%) | | | 97.25 | - | - |

Pada tabel diatas terdapat perbedaan sebesar 2.75% antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Adanya perbedaan nilai prediksi dengan nilai aktual diduga disebabkan oleh adanya kualitas jahe yang tidak sama dikarenakan penyimpanan. Lama penyimpanan akan berpengaruh pada penurunan mutu suatu bahan (Nita, 2023). Hal ini dikarenakan laju respirasi selama penyimpanan yang membuat tanaman jahe sendiri seringkali berkerut dan mengering yang menyebabkan menurunnya komposisi senyawa kimia pada jahe (Meifisyah, 2024). Selisih perbedaan nilai tidak melebihi dari 5% yang mengartikan bahwa penggunaan model cukup baik untuk formula pembuatan kombucha. Dimana solusi dari program dapat diterima apabila selisih nilai yang didapatkan kurang dari 5% (Arifah *et al.*, 2023).

Karakteristik Kombucha Jahe Optimal

Pada hasil optimasi menunjukkan bahwasannya kondisi optimum untuk pembuatan kombucha jahe dengan kualitas yang baik pada formulasi konsentrasi gula sebesar 10% dan konsentrasi jahe sebesar 75%. Sehingga diperoleh kadar total asam yang optimum sebesar 0.582±0.012%. Kombucha jahe yang telah dikarakterisasi didapatkan nilai total asam sebesar 0.582%, aktivitas antioksidan 182.71±0.002 mg TE, Kadar vitamin C 0.02±0.001%, Total gula 0.76±0.02%, Total Padatan Terlarut sebesar 10°Brix, pH 4.4, Nilai warna dengan L: 27.63, a: -0.66, b:9.387 serta uji organoleptik (Warna, rasa, dan aroma) terkait parameter warna dan rasa kombucha banyak didominasi disukai oleh panelis sedangkan pada parameter aroma kombucha didominasi tidak disukai oleh panelis.

SIMPULAN

Optimasi total asam pada pembuatan kombucha jahe menjelaskan bahwa konsentrasi gula dan konsentrasi jahe berpengaruh terhadap respon total asam. Dimana respon memiliki model *quadratic* dengan nilai polinomial variabel kode $Y = 0.5502 + 0.0268X_1 + 0.0937X_2 + 0.0555X_1X_2 + 0.0676X_1^2 - 0.0628X_2^2$ dan persamaan polinomial dalam bentuk variabel sebenarnya sebagai berikut: $Y = 0.972817 - 0.098018X_1 + 0.007144X_2 + 0.000444X_1X_2 + 0.002706X_1^2 - 0.000101X_2^2$. Titik optimum pada nilai prediksi menghasilkan respon terhadap total asam sebesar 0.566%. Sedangkan pada hasil analisa didapatkan nilai total asam sebesar 0,582±0.012% yang menunjukkan bahwa penggunaan model tepat dikarenakan selisih nilai tidak melebihi dari 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, R., Wiraputra, D., Jyoti, M. D., & Andaningrum, A. Z. (2020). Total Bakteri Asam Laktat, Total Asam, Nilai pH, Sineresis, Total Padatan Terlarut Dan Sifat Organoleptik Yoghurt Metode Back Slooping. *Jurnal Agritechno*, 13(2), 105–111. <https://doi.org/10.20956/at.v13i2.358>
- Arifah, E. Z., Jariyah, J., & Rosida, D. F. (2023). Optimasi Formula Biskuit Tepung Buah Lindur Dengan Pemanis Stevia Dan Fruktosa Menggunakan Response Surface Methodology. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 11(2), 89–99. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2023.011.02.5>
- Artasya, R., & Parapasan, S. A. (2020). Jahe Sebagai Antiinflamasi. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(3), 309–316. <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP>
- Aryanta, I. W. R. (2019). Manfaat Jahe Untuk Kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 1(2), 39–43. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i2.463>
- Ayuratri, M. K., Kusnadi, J., Kunci, K., Jahe, :, & Kombucha, P. M. (2017). Aktivitas Antibakteri Kombucha Jahe (*Zingiber Officinale*) (Kajian Varietas Jahe Dan Konsentrasi Madu). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 53(3), 95–107.
- Azalia, A., Pratondo Utomo, T., Suroso, E., Hidayati, S., Yuliandari, P., Amethy, D., & Joen, Z. (2020). Model Penyulingan Minyak Atsiri Jahe Merah Berbasis Produksi Bersih. *Journal of Tropical Upland Resources ISSN*, 02(02), 238–249.
- Budiandari, R. U., Azara, R., Adawiyah, R., & Prihatiningrum, A. E. (2023). Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (*Ananas comosus*). *Academia Open*, vol (8) No (02)
- Budiandari, R. U., Prihatiningrum, A. E., Azara, R., & Aini, F.N (2023). Influence of Sucrose and Scoby Concentration on Physical Characteristics of Pineapple Skin Kombucha. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(2), 181–188. <https://doi.org/10.35891/tp.v14i2.3890>
- Budiandari, R. U., & Widjanarko, S. B. (2014). Optimasi Proses Pembuatan Lempeng Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) Sebagai Alternatif Pangan Masyarakat Pesisir. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 10–18.
- Fadillah, M. F., Hariadi, H., Kusumiyati, Rezaldi, F., & Setyaji, D. Y. (2022). Karakteristik Biokimia dan Mikrobiologi pada Larutan Fermentasi Kedua Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L*) Sebagai Inovasi Produk Bioteknologi Terkini. *Biogenerasi*, 7(2), 19–34. <https://e-journal.my.id/biogenerasi>
- Faridah, A., Widjanarko, S. B., Sutrisno, A., & Susilo, B. (2012). Optimasi Produksi Tepung Porang dari Chip Porang Secara Mekanis dengan Metode Permukaan Respons. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 158–166. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol13.no2.158-166>
- Fathurrohim, M. F., Rezaldi, F., Safitri, E., Setyaji, D. Y., Rahmi Fadhillah, F., Fadillah, M. F., Hidayanto, F., & Kolo, Y. (2022). Analisis Potensi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Dengan Konsentrasi Gula Stevia Sebagai Inhibitor Pertumbuhan Bakteri Patogen. *Jurnal Jeumpa*, 9(2), 729–738. <https://doi.org/10.33059/jj.v9i2.6357>
- Febriella, V., Alfilarisari, N., & Azis, L. (2021). Inovasi Minuman Herbal yang Difermentasi Dengan Starter Kombucha dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Organoleptik, pH, dan Nilai Antioksidan. *Food and Agroindustry Journal*, 2(2), 33–40. <https://doi.org/10.31857/s013116462104007x>
- Herlinawati, L., Ningrumsari, I., & Hodijat, A. (2023). Pengaruh Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Empon-Empon. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1), 31–39. <https://doi.org/10.37577/composite.v5i1.501>
- Ita Purnami, K., Anom Jambe, A., & Wisaniyasa, N. W. (2018). Pengaruh Jenis Teh Terhadap Karakteristik Teh Kombucha. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 7(2), 1–10. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p01>
- Koswara, S. (2016). *Jahe, Rimpang Dengan Sejuta Khasiat. september 2016*, 1–6.
- Kusuma, G. S. P., & Fibrianto, K. (2018). Pengaruh Optimasi Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kombucha Daun Tua Kopi Robusta Dampit Metode Oksidatif Dan Non-Oksidatif. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 6(4), 87–97. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.04.10>
- Majidah, L., Gadizza, C., & Gunawan, S. (2022). Analisis Pengembangan Produk Halal Minuman Kombucha. *Halal Research Journal*, 2(1), 36–51. <https://doi.org/10.12962/j22759970.v2i1.198>
- Maligan, J. M., Maria, A., Soeyono, D., & Widyaningsih, T. D. (2019). Optimasi Formula Mi Kering Berbasis Ampok Jagung Terfermentasi sebagai Makanan Tambahan bagi Ibu Hamil Optimization of Fermented Corn Hominy-based Dry Noodle Formula as Supplementary Food for Pregnant Women. 8, 1–10.
- Meifisy, M. R. (2024). Respons Pertumbuhan Dan Hasil Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum.*) Terhadap Media Tanam Dan Lama Perendaman Gibberelin (GA3). http://repository.umsu.ac.id/bitstream/handle/123456789/26638/SKRIPSI_RANGGA_MEIFISYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meindrawan, B., Kusuma, A. W., Yuniarti, R., Nabila, F. G., Rahmayanti, D., & Pamela, V. Y. (2024). Application of Edible Coating from Beneng Taro Starch, Chitosan and Ginger Essential Oil to Maintain the Quality of

- Mango. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*, 5(02), 66–73. <https://doi.org/10.21070/jtftat.v5i02.1631>
- Nafisah, E., Ningrum, L. W., Utami, R., & Hudi, L. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Kombucha Kunyit (*Curcuma longa* L.) Sebagai Minuman Probiotik. *SAGO*, 5(3), 633–638.
- Nasution, I. W., & Nasution, N. H. (2022). Peluang Minuman Teh Kombucha Dan Potensinya Sebagai Minuman Kesehatan Pencegah Dan Penyembuh Aneka Penyakit. *JCS - Journal of Comprehensive Science*, 1(1), 9–16. <https://doi.org/10.36418/jcs.v1i1.2>
- Naufal, A., Harini, N., & Putri, D. N. (2022). 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/ftsh.v5i2.21556>
- Ningrum, S., & Prayitno, S. A. (2023). Chemical Characterization of Coffee from Several Region of Indonesia (Cafein value, pH and Total Acid). *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*, 4(02), 61–68. <https://doi.org/10.21070/jtftat.v4i02.1625>
- Nita. (2023). Pengaruh Jenis Kemasan, Suhu Dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Permen Jelly Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*).
- Pebiningrum, A., & Kusnadi, J. (2018). Pengaruh Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) dan Penambahan Madu Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi Kombucha Jahe. *Jfls*, 1(2), 33–42.
- Perkasa, B. H., Kusnadi, J., & Murtini, E. S. (2021). Optimasi Penambahan Kitosan Dan Lama Perendaman Terhadap Fisikokimia Cabai Keriting (*Capsicum Annuum* L.) Menggunakan RSM. 9(1), 13–24.
- Puspaningrum, D. H. D., Sumadewi, N. L. U., & Sari, N. K. Y. (2022). Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombucha Cascara Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Desa Catur Kabupaten Bangli. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 5(2), 44–51. <https://doi.org/10.24246/juses.v5i2p44-51>
- Putri, D. A., Komalasari, H., Ulpiana, M., Salsabila, A., & Arianto, A. R. (2023). Produksi Kombucha Teh Hitam Menggunakan Jenis Pemanis Dan Lama Fermentasi Berbeda. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(7), 640–656.
- Rahmania, E. Z. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Jahe Merah (*Zingiber officinale*) dan Kencur (*Kaempferia galanga*) Terhadap Karakteristik Mutu Kombucha.
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Agustiansyah, L. D., Trisnawati, D., & Pertiwi, F. D. (2022). Pengaruh Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Penurun Kadar Kolesterol Bebek Pedaging Berdasarkan Konsentrasi Gula Aren Yang Berbeda-Beda. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(2), 57–67. <https://e-journal.my.id/biogenerasi>
- Rezaldi, F., Rachmat, O., Fadillah, M. F., Setyaji, D. Y., & Saddam, A. (2022). Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antibakteri *Salmonella thypi* dan *Vibrio parahaemolyticus* Berdasarkan Konsentrasi Gula Aren. *Jurnal Gizi Kerja Dan Produktivitas*, 3(1), 13–22. <https://doi.org/10.52742/jgkp.v3i1.14724>
- Rodhiyah, I. A., Ambarwati, & Putri, L. M. (2024). Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Kombucha Rimpang Jahe Putih Dengan Pemanis Stevia Terhadap Kuantitas Kandungan Vitamin C Dan Kadar Antioksidan. *Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 7(1), 149–159.
- Sari, D., & Nasuha, A. (2021). Kandungan Zat Gizi, Fitokimia, dan Aktivitas Farmakologis pada Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.): Review. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 1(2), 11–18. <https://doi.org/10.32678/tropicalbiosci.v1i2.5246>
- Sun, J., Guoyuo, Y., D., P., & Lanying, C. (2011). Optimization of Extraction Technique of Polysaccharides from Pumpkin by Response Surface Method. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11), 2218–2222.
- Thayeb, A. M. D. R., Sulfiani, Rosmayanti, V., & Saleh, A. (2023). Pemanfaatan teh kombucha untuk kesehatan dan kecantikan kulit pada masyarakat di Kabupaten Maros. *Indonesia Berdaya*, 4(4), 1277–1286. <https://doi.org/10.47679/ib.2023553>
- Yanti, N. A., Ambardini, S., Ardiansyah, Marlina, W. O. L., & Cahyanti, K. D. (2020). Aktivitas Antibakteri Kombucha Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Dengan Konsentrasi Gula Berbeda. *Berkala Sainstek*, 8(2), 35–40. <https://doi.org/10.19184/bst.v8i2.15968>
- Yuliningtyas, A. W., Santoso, H., & Syaqui, A. (2019). Uji Kandungan Senyawa Aktif Minuman Jahe Sereh (*Zingiber officinale* dan *Cymbopogon citratus*). *Bioscience-Tropic Journal*, 4(2), 1–6.
- Yuningtyas, S., Masaenah, E., & Telaumbanua, M. (2021). Aktivitas Antioksidan, Total Fenol, Dan Kadar Vitamin C Dari Kombucha Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.). *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 6(1), 10–14. <https://doi.org/10.47219/ath.v6i1.116>