

Inovasi Produk Pangan Fungsional Berbasis Fermentasi: Studi Kasus Roti Sourdough

(Innovation of Functional Food Products Based on Fermentation: Case Study of Sourdough Bread)

Ahmad Zidni Nuri¹, Arkif Yunofianti², Ananda Eka Putri Febrian³, Annisa Aulia Salsabila⁴, Nanda Ika Rachmawati⁵, Lailatul Fitria⁶, Silvia Oktavia Nur Yudiastuti⁷

¹⁻⁷Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: silvia.oktavia@polije.ac.id

Received : 22 Agustus 2025 | Accepted : 26 September 2025 | Published : 5 November 2025

Kata Kunci	ABSTRAK
Air Fermentasi, Apel Manalagi, Buah Naga Merah, Roti Sourdough.	Roti sourdough tengah menjadi tren global sebagai produk pangan fermentasi yang lebih sehat dan alami karena kemampuannya dalam memproduksi Bakteri asam laktat yang baik, Popularitasnya meningkat seiring dengan kesadaran konsumen terhadap pangan fungsional serta proses fermentasi alami yang mendukung kesehatan saluran cerna, Salah satu tantangan utama dalam produksi sourdough adalah ketersediaan starter yang stabil dan berkualitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi air fermentasi dari buah naga merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) dan apel manalagi (<i>Malus sylvestris</i>) yang mendukung pertumbuhan <i>Lactobacillus</i> dan <i>Saccharomyces</i> . Dalam menghasilkan air fermentasi, melalui pencampuran buah naga merah dan apel manalagi dengan air dalam rasio 1:1, dan gula sebesar 30% dari berat total buah, kemudian dilakukan proses fermentasi selama 48 jam untuk menghasilkan starter dalam pembuatan roti sourdough. Air fermentasi yang digunakan dalam pembuatan starter sorudough memiliki kandungan alkohol 0 %. Roti Sourdough dengan penambahan air fermentasi buah naga merah dan buah apel manalagi memiliki kadar air 43,928% Kadar abu 1,911% spesifik volume of 1,882 cm ³ /g Daya kembang sebesar 172,2 % serta keseluruhan hedonik suka. Dengan demikian, roti Sourdough yang dibuat dengan menggunakan air fermentasi buah naga merah dan manalagi memiliki
<i>Keywords</i>	<i>ABSTRACT</i>

*Fermented Water, Manalagi
Apple, Red Dragon Fruit,
Sourdough Bread*

*Sourdough bread has become a global trend as a healthier and more natural fermented food product due to its ability to produce beneficial lactic acid bacteria. Its popularity continues to grow alongside increasing consumer awareness of functional foods and natural fermentation processes that support digestive health. One of the main challenges in sourdough production is the availability of stable and high-quality starter cultures. This study aims to evaluate the potential of fermented water from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) and manalagi apple (*Malus sylvestris*) in supporting the growth of *Lactobacillus* and *Saccharomyces*. The fermented water was prepared by mixing red dragon fruit, manalagi apple, water, and sugar, followed by 48 hours of fermentation. This fermented fruit water was then used in the preparation of a sourdough starter, which was fermented for 3 days. The starter was subsequently used in sourdough bread production. The fermented water used in the sourdough starter showed 0% alcohol content. Sourdough bread made with the addition of fermented water from red dragon fruit and manalagi apple had a moisture content of 43.928%, ash content of 1.911%, specific volume of 1.882 cm³/g, proofing expansion of 172.2%, and was generally well-liked in hedonic evaluation. Therefore, sourdough bread made using fermented water from red dragon fruit and manalagi apple has good quality.*

1. PENDAHULUAN

Roti bukan sekadar makanan pokok, melainkan bagian dari gaya hidup dan simbol kebersamaan dalam banyak budaya. Di tengah semakin tingginya kesadaran masyarakat terhadap pangan sehat, roti sourdough hadir sebagai alternatif menarik. Dibuat dengan proses fermentasi alami tanpa tambahan ragi instan, sourdough tidak hanya memberikan rasa yang lebih kompleks, tetapi juga dipercaya lebih mudah dicerna dan memiliki nilai gizi lebih baik dibandingkan roti biasa (Putri et al., 2022). Keunikan ini menjadikan sourdough semakin populer di kalangan konsumen modern yang peduli terhadap kesehatan.

Salah satu hal paling menarik dari sourdough adalah pada proses fermentasinya, yang mengandalkan mikroorganisme alami dari bahan dasar. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai buah tropis mulai diteliti potensinya sebagai sumber fermentasi, termasuk apel Manalagi. Buah lokal ini, selain memiliki rasa manis dan aroma khas, ternyata mampu menghasilkan ragi alami yang efektif dalam pembuatan roti sourdough. Penelitian Putri et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan air fermentasi apel Manalagi sebagai starter dapat meningkatkan kandungan serat pangan dan memengaruhi karakteristik kimia roti, seperti kadar air, lemak, dan protein, secara signifikan. Hal ini membuka peluang besar bagi pemanfaatan buah lokal dalam industri pangan berbasis fermentasi.

Di sisi lain, buah naga (*Hylocereus spp.*) juga menyimpan potensi besar. Warna dagingnya yang menarik, rasa segar, serta kandungan antioksidan dan seratnya yang tinggi menjadikannya buah yang tidak hanya enak tetapi juga menyehatkan. Sayangnya, hingga saat ini masih sangat sedikit penelitian nasional yang mengeksplorasi air fermentasi buah naga sebagai bahan pembuatan sourdough. Penelitian yang telah dilakukan oleh Bunga et al. (2023) memang pernah mengkaji fermentasi buah naga untuk pembuatan *wine*, tetapi belum menyentuh bidang bakery. Padahal, buah naga memiliki senyawa bioaktif yang dapat mendukung pertumbuhan mikroba

asam laktat dan ragi alami, yang esensial dalam proses fermentasi sourdough. Selain itu penelitian lain yang telah dilakukan oleh (Winda et al., 2022). terakit dengan pembuatan kefir susu kerbau dengan pemberian buah naga merah menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi buah naga merah meningkatkan jumlah bakteri asam laktat, viskositas, dan total padatan terlarut, meskipun pH sedikit menurun seiring penambahan buah naga.

Dalam penelitian ini, akan mengetahui lebih jauh potensi fermentasi dari dua buah khas Indonesia apel Manalagi dan buah naga sebagai starter alami dalam pembuatan sourdough. Harapannya, penelitian ini tidak hanya menjadi kontribusi ilmiah, tetapi dapat dijadikan sebagai bentuk apresiasi terhadap kekayaan hayati Indonesia yang kerap diabaikan. novasi tidak selalu harus bersumber dari bahan impor atau teknologi berbiaya tinggi, melainkan dapat dimulai dari pemanfaatan potensi lokal, melalui bahan-bahan yang tumbuh di tanah kita sendiri serta menghadirkan cita rasa yang telah akrab dengan masyarakat.

2. METODE

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dan studi pustaka. Metode penelitian eksperimen merupakan jenis penelitian yang dilakukan dengan percobaan yang menggunakan metode kuantitatif, digunakan untuk mengetahui variabel independet (perlakuan) terhadap variabel dependent (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2019). Sedangkan untuk studi pustaka, menurut Sugiyono (2018) adalah kajian teoritis, referensi serta literatur ilmiah lainnya yang berkaitan dengan budaya, nilai dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti. Pendahuluan yang dilakukan dalam suatu penelitian untuk menghasilkan data tertulis yang berkaitan dengan objek data tersebut yang diperoleh dengan cara membaca buku-buku literatur yang menunjang penelitian serta jurnal-jurnal terdahulu yang berkaitan dengan penelitian.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengembangan Produk pada tanggal 24 April hingga 26 Mei 2025. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan utama, yaitu pembuatan air fermentasi buah, starter sourdough, adonan roti sourdough, serta proses analisis sifat fermentasi dan hasil akhir.

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan sourdough ini adalah oven deck merk Sinmag MB 823, enamel cast iron mini berdiameter 14 cm, baskom plastik berukuran 35 × 15 cm, scraper, sendok, timbangan kue digital merk GSF 4405, thinwall klir bulat kapasitas 300 mL, serta jar kaca volume 250 mL.

Dalam pengujian alkohol, Kadar air, kadar abu, dan spesifik volume alat yang digunakan meliputi, Rotary Evaporator series 2000 – RE-2000VN, Alkohol meter, Beaker glass 250ml, gelas ukur 50ml merek iwaki, cawan aluminium, Timbangan analitik ATX224, Desikator, oven, furnace (tanur), penjepit cawan dan penggaris.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan sourdough berbasis fermentasi buah ini meliputi buah naga merah, buah apel manalagi, tepung terigu cakra kembar, tepung beras merk Rose Brand, garam merk Refina, dan gula pasir merk Nusakita. Buah naga dan apel digunakan sebagai sumber ragi liar dalam proses fermentasi alami, sementara tepung terigu dan tepung beras digunakan sebagai bahan utama pembentuk adonan. Garam dan gula digunakan untuk menunjang proses fermentasi dan pembentukan cita rasa akhir pada produk sourdough.

2.4 Prosedur Pelaksanaan

Dalam pembuatan roti sourdough terdapat 3 tahapan yang harus dilakukan, meliputi pembuatan air fermentasi buah, pembuatan starter sourdough, pembuatan adonan roti. kemudian roti sourdough dilakukan analisis sifat fermentasi dan hasil akhir roti sourdough.

2.4.1 Pembuatan Air Fermentasi

Fermentasi air rendaman buah apel dan buah naga dilakukan dengan modifikasi metode (Putri et al., 2022). Pembuatan air fermentasi diawali dengan persiapan bahan meliputi buah, gula dan air matang, selanjutnya alat yang digunakan akan dilakukan proses sterilisasi dan blanching pada buah, lalu buah di cacah menggunakan pisau, dan di campur sesuai dengan perbandingan 1 :1, dan 30 % untuk gula, air fermentasi didiamkan pada suhu ruang selama 36 jam.

2.4.2 Pembuatan Starter Sourdough

Proses pembuatan starter sourdough berdasarkan metode De Vuyst (2023) yang dimodifikasi. Bahan bahan yang digunakan dalam pembuatan starter meliputi tepung terigu cakra kembar, dan air fermentasi dengan perbandingan 1:1, metode pembentukan starter sourdough membutuhkan waktu selama 48 jam, tingkat keberhasilan pada starter dapat ditinjau dengan berkembangnya starter 3 kali lipat.

2.4.3 Pembuatan Roti Sourdough

Metode pembuatan roti sourdough mengacu pada Safitri et al., (2024) yang telah dimodifikasi. Proses pembuatan adonan sourdough dilakukan dengan mencampurkan seluruh bahan sesuai dengan formulasi 40 gram starter sourdough, 175 gram tepung terigu, 125 ml air, dan garam 5gram. Kemudian dilakukan proses rest selama 30 menit dengan 3 kali pengulangan metode ulen coil fold, selanjutnya akan di shaping dan rounding, setelah itu adonan akan di resting kembali pada chiller dengan suhu 5°C selama 6 jam. Selanjutnya adonan di scoring lalu di oven dengan suhu 240°C dengan enamel tertutup selama 45 menit dan 220°C dengan enamel terbuka selama 15 menit.

2.5 Parameter pengamatan

2.5.1 Uji sensorik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap aroma, tekstur, rasa, dan warna dengan menggunakan skala hedonik tingkat 5 yang biasa dipakai untuk produk pangan meliputi tidak suka, agak suka, netral, suka, dan sangat suka (Ginting et al., 2015).. Data dikumpulkan dengan menggunakan angket (*Hedonic Scale Scoring*). Panelis adalah mahasiswa jurusan Teknologi Pertanian yang suka mengonsumsi roti sebanyak 25 orang.

2.5.2 Uji pasar

Uji pasar dilakukan dengan cara mengumpulkan responden wawancara mahasiswa Teknologi Rekayasa Pangan angkatan 2022, yang kemudian para responden tersebut akan

memberikan feedback dari produk sourdough tersebut yang akan menjadi evaluasi agar produk sourdough layak untuk dipasarkan secara luas.

2.5.3 Perhitungan HPP

HPP (Harga Pokok Produksi) merupakan total biaya yang digunakan untuk memproduksi suatu unit produk. HPP dapat dihitung dengan rumus (Yuspyani dan Prihanisetyo, 2021)

$$\text{HPP per unit} = \frac{\text{total biaya produksi}}{\text{jumlah unit produksi}}$$

2.5.4 Uji alkohol

Semakin lama fermentasi, kadar etanol yang dihasilkan akan mencapai titik optimum dan setelah itu akan menurun. Hasil air fermentasi buah naga dan apel mana lagi di ekstraksi dengan menggunakan mesin rotary evaporator untuk memisahkan kandungan alkohol dan air. Air fermentasi buah naga merah dan apel mana lagi di destilasi menggunakan rotary evaporator pada suhu 77°C sampai alkohol tidak menetes lagi. Destilasi dilakukan selama ± 1 jam. Bioetanol yang dihasilkan kemudian disimpan dalam botol kaca. Destilat dimasukkan ke dalam gelas ukur dan kemudian dicelupkan alkohol meter secara perlahan. Alkoholmeter didiamkan sehingga dapat mengapung dengan stabil, dan didiamkan selama 2 menit sampai destilat menjadi tenang, batas yang tertera pada permukaan destilat (Bnyan et al., 2020). Dewanti (2018), yang melaporkan bahwa pengendalian kondisi fermentasi dan destilasi sangat berpengaruh terhadap kualitas serta konsentrasi alkohol yang dihasilkan. dengan demikian, penerapan metode destilasi dan pengukuran ini terbukti efektif untuk memperoleh data kadar alkohol secara lebih valid.

2.5.5 Uji kadar air

Penentuan kadar air pada roti sourdough dengan cara dipanaskan cawan uji dengan menggunakan oven dengan suhu 105 °C selama 20 menit. Kemudian dinginkan cawan uji dalam desikator selama 30 menit, lalu ditimbang berat cawan kosong dengan menggunakan neraca analitik. Setelah itu dimasukkan 5g sampel roti ke dalam cawan dan ditimbang. Kemudian panaskan cawan yang berisi sampel ke dalam oven selama 4 jam dengan suhu 105 °C. Setelah pemanasan telah selesai lalu dinginkan cawan yang berisi sampel dalam desikator selama 30 menit dan setelah itu timbang kembali cawan yang telah dingin dan sampel (AOAC, 2005). Penentuan kadar air dihitung berdasarkan perbedaan bobot sebelum dan sesudah pemanasan menggunakan rumus standar. Metode ini mengacu pada *Association of official Analytical Chemists* (AOAC,2005), yang secara luas digunakan dalam analisis pangan untuk menentukan kadar air dengan prinsip penguapan air bebas pada suhu konstan hingga berat sampel stabil

$$\text{kadar air \%} = \frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W0 = Berat cawan kosong

W1 = Berat cawan dan sampel sebelum di panaskan

W2 = Berat cawan dan sampel setelah di panaskan

2.5.6 Uji kadar abu

Bahan \pm 5 g ditimbang dalam cawan kosong, selanjutnya diletakan dalam oven bersuhu. 105° C selama 5 jam, didinginkan, dan berat keringnya ditimbang. Kemudian dimasukan dalam tanur sampai bersuhu 600° C selama \pm 7 jam sampai diperoleh abu berwarna keputih-putihan. Cawan didinginkan dalam desikator kemudian beratnya ditimbang, kadar abu dihitung dengan rumus (Sudarmadji et al., 1997):

Perhitungan :

$$\text{kadar abu \%} = \frac{w1 \times 100\%}{w}$$

Keterangan =

W = Bobot sampel sebelum dikeringkan

W1 = Bobot sampel setelah dikeringkan

2.5.7 Uji volume spesifik

Volume spesifik dihitung dengan membagi volume roti dengan bobot roti (cm^3 / g) (AACC, 2011). Pengujian Volume spesifik dilakukan dengan memotong roti sourdough yang telah matang dengan ukuran $5 \times 5 \times 5$ cm atau volume dan dibandingkan dengan bobotnya. Nilai volume spesifik yang tinggi menunjukkan roti padat dengan struktur pori kecil. Volume spesifik dihitung melalui rumus:

$$\text{Volume spesiifk} \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{\text{volume}}{\text{berat}}$$

Metode pengukuran ini mengacu pada prosedur yang dikembangkan oleh American of Cereal Chemist (AACC, 2011) dan jugan digunakan oleh Wahyuni et al. (2019). yang mengatakan bahwa peningkatan volume spesifik roti erat kaitannya dengan aktivitas fermentasi ragi serta kemampuan gluten dalam membentuk jaringan elastis untuk menahan gas. Dengan demikian, parameter volume spesifik dapat dijadikan indikator penting dalam menentukan mutu roti sourdough

2.5.8 Uji daya kembang

Daya Kembang atau Derajat pengembangan merupakan perbandingan kenaikan volume roti manis dengan volume adonan awal (Pusuma et al., 2018) dalam Deska Fransiska et al., (2021) Volume adonan diukur menggunakan penggaris dan dicatat volumenya sebagai V1 dan volume roti manis dicatat sebagai V2. Satuan hasil pengukuran volume dinyatakan dalam cm^3 . Perhitungan daya kembang roti manis dengan rumus:

Perhitungan:

$$\% \text{ derajat pengembangan} = \frac{v2 - v1 \times 100\%}{v1}$$

Keterangan :

VI = volume sebelum dioven

V2 = volume setelah dioven

2.5.9 Analisis Data Uji Sensorik

Analisis data uji sensorik diperoleh dengan angket yang diakumulasi menggunakan diagram lingkaran yang ada pada rekapan *google form*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Roti sourdough merupakan roti yang dihasilkan dengan memanfaatkan ragi liar melalui proses fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian produk roti sourdough yang terbuat dari natural starter air fermentasi buah naga merah dan apel manalagi dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 1 Hasil fermentasi air buah naga dan apel manalagi
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

3.1. Karakteristik Produk

3.1.1. Karakteristik fisik

Roti sourdough memiliki karakteristik fisik yang khas, salah satunya ditandai dengan nilai pH yang rendah, yaitu berada pada kisaran 3,5 hingga 4,5. Keasaman ini terbentuk selama proses fermentasi dan memberikan cita rasa asam yang khas, sekaligus berperan penting dalam memperpanjang umur simpan produk.

Tabel 1. Volume spesifik Roti Sourdough

Parameter	Hasil uji
Volume	1,8 cm ³ /g
Daya Kembang	172,2%

Berdasarkan hasil penelitian, volume spesifik roti sourdough mencapai 1,882 cm³/g, yang berada dalam kisaran standar roti sourdough tradisional sebesar 1,5 hingga 2,5 cm³/g (Bianchi et al., 2020). Nilai ini mencerminkan tingkat pengembangan adonan yang optimal, yang dihasilkan dari aktivitas fermentasi oleh ragi dan bakteri asam laktat dalam membentuk gas CO₂.

Selain itu, daya kembang roti sourdough tercatat sebesar 172,2%, jauh melebihi kisaran optimal produk sourdough menurut Sayadi et al. (2025) yang berada pada 64,5–68%. Nilai ini menunjukkan bahwa adonan memiliki kemampuan pengembangan yang sangat baik, yang berdampak langsung pada tekstur akhir produk. Roti sourdough yang dihasilkan pun memiliki tekstur yang lebih lunak dan mudah dikunyah dibandingkan dengan roti konvensional. Tingkat pengembangan yang tinggi berkontribusi terhadap pembentukan struktur crumb yang ringan dan berongga. Tekstur lembut pada roti sourdough diakibatkan oleh, kandungan asam organik yang dihasilkan oleh BAL dan enzim-enzim seperti glukosa-oksidadase, lipase, endo- xylanase, A-amilase dan protease pada roti ragi alami roti sourdough akan memperlambat pengembangan

gluten. Hal ini akan berdampak pada gluten memiliki waktu yang cukup untuk memperkuat dirinya dan membuat roti menjadi lembut (Cahyani et al., 2024). Hal ini sebanding dengan pernyataan (Arifin et al., 2023) yaitu selama proses fermentasi kandungan asam organik yang dihasilkan oleh BAL bersama dengan aktivitas enzimatik mampu memperlambat proses pembentukan jaringan gluten. Perlambatan ini memberikan waktu yang cukup bagi struktur gluten untuk berkembang secara optimal, menghasilkan crumb roti yang lebih ringan, berongga, dan bertekstur lembut

3.1.2. Karakteristik kimia

1. Kadar Alkohol

Pada pembuatan air fermentasi dari buah naga dan apel manalagi dilakukan pengujian alkohol dengan menggunakan metode destilasi dikarenakan air fermentasi yang kental. Air fermentasi tersebut akan diuapkan dengan menggunakan alat rotary evaporator untuk menghasilkan uap air yang akan dilakukan pengujian kadar alkohol menggunakan alkoholmeter. Kadar Alkohol pada air fermentasi buah naga dan apel manalagi dengan lama fermentasi yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kadar alkohol pada air fermentasi buah naga dan apel manalagi

Parameter	Kadar Alkohol %
Hari ke-3	Tidak terdeteksi/ 0%
Hari ke-7	7%

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa perbedaan lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap kadar alkohol dari air fermentasi buah naga dan apel manalagi yaitu semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka kadar alkohol semakin meningkat. Hasil pengujian kadar alkohol air fermentasi buah naga dan apel manalagi pada hari ke-3 adalah 0% atau tidak terdeteksi adanya alkohol pada air fermentasi yang sudah dilakukan proses destilasi, sedangkan pada hari ke-7 konsentrasi alkohol mengalami peningkatan sebesar 7%. Hal ini sesuai penelitian Hawusiwa (2015) lama fermentasi merupakan faktor yang berpengaruh dalam memproduksi kadar alkohol yang didapat dari khamir dan juga menyatakan bahwa lama fermentasi merupakan faktor penting yang memengaruhi jumlah alkohol yang dihasilkan. Namun, perlu dicatat bahwa pengujian kadar alkohol dalam penelitian ini tidak dilakukan pengulangan, sehingga data yang diperoleh merupakan nilai tunggal tanpa standar deviasi. Dengan demikian data ini hanya bersifat deskriptif dan dapat dijadikan gambaran awal mengenai pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, namun belum dapat digunakan untuk analisis statistik yang lebih mendalam.

Dalam pembuatan air fermentasi buah naga dan buah apel manalagi adanya penambahan gula dengan perbandingan 1:1 dengan buah. Dengan adanya penambahan gula juga dapat mempengaruhi peningkatan produktivitas alkohol yang dihasilkan dari air fermentasi buah (Dwi Ariyanto, et al. 2013). Hal ini didukung Hafidzoh Yusriyah dan Rudiana Agustini (2014) yang menyatakan bahwa khamir akan memecah gula sederhana menjadi alkohol dan karbondioksida.

Menurut SNI 4867:1998 nilai alkohol pada sari buah apel berkisar antara 0,5%-8,5%. Nilai alkohol masih sesuai dengan aturan PerKa BPOM No.14 Tahun 2016 tentang minuman beralkohol. Kadar alkohol tidak lebih dari 24%. Air fermentasi buah naga dan apel manalagi masih kategori aman untuk dikonsumsi karena nilai alkohol dibawah standar PerKa BPOM No.14 tahun 2016. Pada pembuatan roti sourdough air fermentasi yang digunakan dalam pembuatan starter sourdough/Natural yeast adalah air fermentasi dengan lama fermentasi 3 hari. Air fermentasi dengan lama fermentasi 3 hari dengan meminimalkan kadar alkohol yang dipakai dalam pembuatan sourdough agar dapat dikonsumsi oleh semua kalangan masyarakat.

2. Kadar Air

Kadar air merupakan suatu pengujian satu bahan pangan yang umumnya digunakan sebagai indikator penentuan mutu bahan pangan. Kadar air pada produk berbagai roti sangat rentan terhadap mikroorganisme yang akan menurunkan umur simpannya. Air yang terkandung dalam roti perlu diketahui merupakan komponen pangan berpengaruh pada karakteristik sensorik, sifat fisik dan kestabilan mikrobiologis produk. Daya serap air pada roti sangat dipengaruhi oleh kandungan amilosa dalam pati. Amilosa memiliki struktur linear dengan banyak gugus hidroksil, yang memungkinkannya lebih mudah mengikat sekaligus melepaskan air selama proses pemanggangan dan penyimpanan (Aini et al., 2016). Data kadar air roti sourdough dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3. Kadar Air roti Sourdough

Parameter	Hasil uji	SNI 8371:2018
Kadar air	43,928	Maks. 40

Dilihat dari hasil pengujian kadar air produk roti sourdough dan craker tidak adanya kesesuaian, tetapi tidak jauh berbeda. Pada roti sourdough kadar air yang dihasilkan melebihi maksimal persyaratan dari SNI 8371:2018 tentang roti tawar yaitu 43,928%. Tetapi menurut Zaidah (2020) dalam Putri et al. (2022) pada roti sourdough dari ubu manis dan jus nanas memiliki kadar air dengan rentang 34,74%-44,20%, dengan ini kadar air sourdough sesuai dengan penelitian terdahulu. Sedangkan pada produk crackers kadar air yang dihasilkan adalah sebesar 5,54% melebihi standar SNI 2973:2018 tentang biskuit. Kadar air tersebut tidak terlalu jauh dari 5% persen, maka masih memenuhi syarat agar tidak terjadi pertumbuhan jamur. Kadar air rendah memungkinkan aktivitas mikroba terhambat sehingga crackers memiliki umur simpan relatif lama (Mariana and Yulianto, 2013).

3. Kadar Abu

Kadar abu total adalah bagian dari analisis proksimat yang digunakan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu bahan pangan ditetapkan secara gravimetri dengan menimbang sisa mineral hasil pembakaran bahan organik pada suhu sekitar 550°C. Data kadar abu roti sourdough dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 4. Kadar Abu Roti Sourdough

Parameter	Hasil uji	SNI 8371:2018
------------------	------------------	----------------------

Berdasarkan hasil yang diperoleh, kadar abu roti sourdough dengan menggunakan natural yeast atau air fermentasi buah naga dan apel manalagi sebesar 1,911%. Lebih tinggi dibandingkan syarat maksimal dari SNI 8371:2018 tentang roti tawar yaitu 1%. Sejalan dengan nilai kadar abu roti sourdough yang telah dilakukan Ogunsankin, *et al.* (2015) pada roti sourdough dengan tepung sorghum yaitu berkisar 1,50%-2,13%. Menurut Desrosier (1998) dalam Putri, *et al.* (2022) tingginya kadar abu pada suatu produk pangan mengidentifikasi banyaknya zat organik atau mineral dalam bahan pangan dalam suhu pemasakan sehingga keberadaannya dalam bahan pangan dapat mengalami perubahan, namun cenderung tetap. Kadar abu pada roti merefleksikan banyaknya mineral yang terkandung dalam bahan-bahan penyusunnya.

3.1.3. Karakteristik Sensori

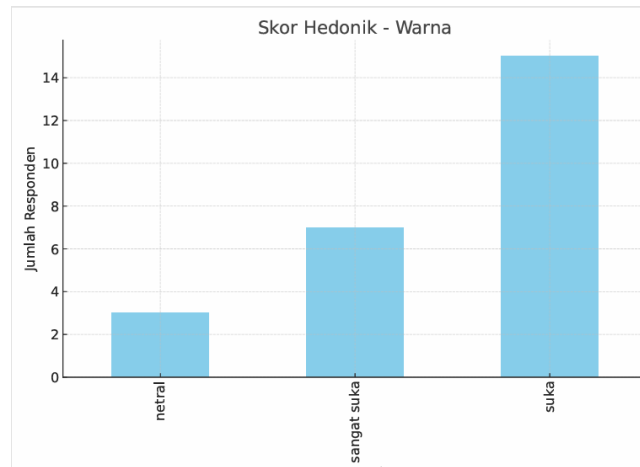
Roti sourdough memiliki karakteristik sensori yang unik dan membedakannya dari roti konvensional. Menurut (Bartkiene, 2020), fermentasi sourdough tidak hanya berpengaruh pada flavor, aroma, dan tekstur, melainkan juga kemudahannya untuk dicerna dan nilai nutrisinya yang menyebabkan kualitas akhir roti lebih baik dan umur simpannya lebih lama. Selain memberikan cita rasa khas, menurut (Farah *et al.*, 2025), sourdough memiliki berbagai keunggulan dalam bidang nutrisi, diantaranya adalah dapat menghidrolisis gluten, memiliki nutrisi tambahan, terbebas dari senyawa antinutrisi, serta memiliki perbaikan dari segi sensori seperti tekstur, staling, dan memperpanjang umur simpan

Dari segi penampilan, roti sourdough menunjukkan warna permukaan yang lebih kecoklatan. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Ika *et al.*, 2025). Selain dapat dipengaruhi oleh bahan dasar yang digunakan, nilai kecerahan se, juga dapat disebabkan oleh adanya hidrokoloid yang dapat memberikan efek terhadap distribusi air yang kemudian akan berdampak pada proses reaksi maillard dan karamelisasi yang terjadi pada roti ketika proses pemanasan. Selain itu, adanya proses fermentasi oleh sourdough juga dapat memengaruhi nilai kecerahan roti tawar yang dihasilkan.

Warna ini terbentuk melalui reaksi Maillard, yaitu reaksi antara gula dan protein selama proses pemanggangan. Menurut (Adiluhung, 2018). Hal ini karena pada saat proses fermentasi karbohidrat akan dipecah menjadi gula-gula sederhana yang apabila dipanaskan akan memberikan warna roti yang lebih gelap akibat adanya pembentukan senyawa melanoidin yang dapat menghasilkan warna cokelat pada produk .

Menurut (Farah *et al.*, 2025), sourdough sebagai pembawa flavor akan tampak pada hasil akhir crumb dan crust roti. Struktur crumb roti sourdough pun menunjukkan kualitas tinggi, dengan pori-pori yang lebih seragam dan tekstur yang kenyal. Menurut (Gumelar, 2019), gluten yang terkandung dalam tepung terigu berperan penting dalam membentuk struktur serta menjadi pengikat bagi bahan-bahan lain yang digunakan dalam proses pembuatan roti sourdough. Hal ini sejalan dengan pendapat Pricilia (2016) yang menjelaskan bahwa protein sebagai komponen utama dalam tepung berfungsi sebagai pembentuk gluten, yang mampu menghasilkan adonan elastis serta menahan gas (CO₂), sehingga dapat menciptakan tekstur yang baik pada produk roti sourdough.

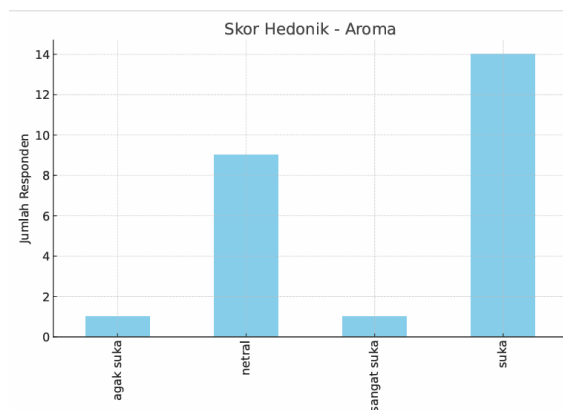
1. Uji Hedonik



Gambar 2. Hasil uji hedonik warna

Grafik diatas menunjukkan bahwa a mayoritas responden memberikan penilaian “suka” dengan jumlah sekitar 15 orang, diikuti oleh kategori “sangat suka” sekitar 7 orang, dan hanya sedikit responden yang menilai “netral” yaitu sekitar 3 orang. Hasil ini menunjukkan bahwa warna produk secara umum sangat diterima oleh panelis, karena lebih dari 80% responden menyatakan suka maupun sangat suka terhadap warna yang dihasilkan. Warna produk sourdough menunjukkan bahwa warna sourdough memenuhi keinginan visual panelis, yang merupakan komponen penting dalam mengevaluasi kualitas organoleptik produk roti. Reaksi Maillard yang terjadi selama pemanggangan dan fermentasi alami mempengaruhi warna sourdough secara signifikan. Reaksi Maillard ini mempengaruhi warna kerak dan remah roti (Anam et al., 2020).

B. Aroma

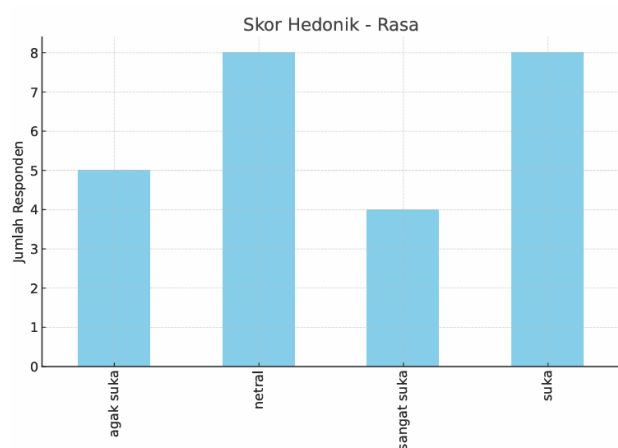


Gambar 3. Hasil uji hedonik aroma

Sebagian besar panelis menyatakan suka terhadap aroma, dengan hanya beberapa yang Grafik diatas menunjukkan, bahwa sebagian besar responden memberikan penilaian “suka” dengan jumlah sekitar 14 orang, diikuti oleh penilaian “netral” sekitar 9 orang, sedangkan penilaian “sangat suka” dan “sangat tidak suka” hanya diberikan oleh sekitar 1 orang responden masing-masing. Hasil ini menunjukkan bahwa aroma produk secara umum dapat diterima dengan baik oleh panelis, meskipun masih ada sebagian kecil responden yang bersikap netral

maupun kurang menyukai. Jika dikonversikan ke dalam skor hedonik dengan skala 1 = sangat tidak suka, 2 = netral, 3 = suka, dan 4 = sangat suka, maka diperoleh rata-rata skor sebesar **2,92** yang termasuk dalam kategori disukai. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada cara untuk meningkatkan rasa sourdough; Anda mungkin dapat memilih kultur starter yang lebih

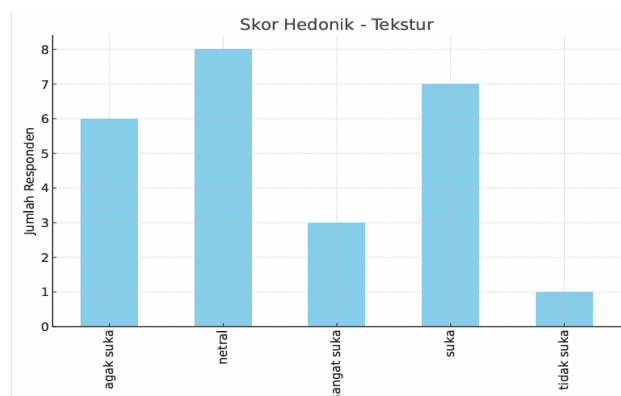
C. Rasa



Gambar 4. Hasil uji hedonik rasa

Grafik diatas menunjukkan, bahwa penilaian panelis bervariasi dengan kecenderungan mayoritas berada pada kategori “netral” dan “suka”, masing-masing sekitar 8 responden. Sementara itu, kategori “tidak suka” diisi oleh sekitar 4 responden dan “sangat suka” oleh sekitar 3 responden. Hasil ini menunjukkan bahwa rasa produk cukup diterima oleh panelis, walaupun masih terdapat sebagian responden yang memberikan penilaian negatif. Jika dikonversikan ke dalam skor hedonik dengan skala 1 = tidak suka, 2 = netral, 3 = suka, dan 4 = sangat suka, maka rata-rata skor yang diperoleh adalah **2,60**, yang termasuk dalam kategori cukup disukai. Penilaian rasa menunjukkan kecenderungan dominan pada kategori suka dan sangat suka, hal ini menunjukkan bahwa panelis telah menikmati keseimbangan rasa asam, manis, dan gurih. Sebagai hasil dari interaksi antara asam laktat, asam asetat, dan senyawa aromatik lainnya, sourdough yang difermentasi secara alami menghasilkan rasa yang unik (Saputra et al.,2020).

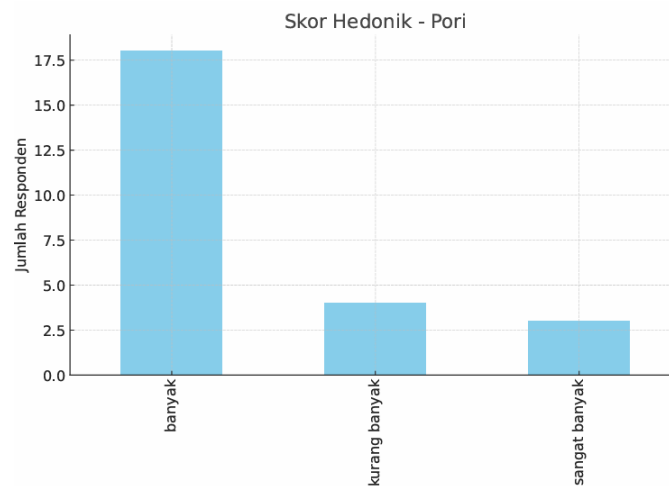
D. Tekstur



Gambar 5. Hasil uji hedonik tekstur

Grafik diatas menunjukkan, bahwa penilaian panelis cukup bervariasi dengan kecenderungan terbesar berada pada kategori “netral” sebanyak 8 responden dan “suka” sebanyak 7 responden. Sementara itu, kategori “agak suka” dipilih oleh 6 responden, “sangat suka” oleh 3 responden, serta “tidak suka” hanya oleh 1 responden. Hal ini menunjukkan bahwa tekstur produk secara umum dapat diterima dengan baik oleh panelis, meskipun masih ada sebagian kecil yang merasa kurang menyukainya. Jika dikonversikan ke dalam skor hedonik dengan skala 1 = tidak suka, 2 = netral, 3 = agak suka, 4 = suka, dan 5 = sangat suka, maka diperoleh rata-rata skor sebesar **2,96**, yang termasuk dalam kategori cukup disukai. Hal ini dapat dipengaruhi oleh waktu fermentasi, kadar air, dan metode pemanggangan mempengaruhi tekstur. Untuk fermentasi dan proofing yang berhasil, tekstur sourdough yang empuk, remah terbuka, dan elastis adalah yang terbaik (Kurniawan & Syahputra, 2016).

E. Jumlah Pori



Gambar 6. Hasil uji hedonik jumlah pori

Grafik diatas menunjukkan, bahwa mayoritas responden memberikan penilaian “banyak” dengan jumlah sekitar 17 responden. Sementara itu, kategori “kurang banyak” dan “sangat banyak” masing-masing hanya dipilih oleh sekitar 3 responden. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar panelis menilai jumlah pori pada produk berada pada tingkat yang sesuai dengan preferensi mereka, meskipun ada sebagian kecil yang beranggapan pori terlalu sedikit atau terlalu banyak. Jika dikonversikan ke dalam skor hedonik dengan skala 1 = kurang banyak, 2 = banyak, dan 3 = sangat banyak, maka diperoleh rata-rata skor sebesar **2,00**, yang termasuk dalam kategori cukup sesuai.

3.2. Roti Sourdough Sebagai Pangan Fungsional

Roti sourdough merupakan roti yang dibuat dengan proses fermentasi alami ragi liar. Melalui proses fermentasi tersebut, mengaktifkan terbentuknya mikroorganisme yang baik pada kesehatan terutama pada sistem pencernaan. Menurut (Kezer, 2022) dalam sourdough rasio khamir dan bakteri asam laktat sebesar 1 : 100. Salah satu spesies mikroorganisme yang sering diisolasi pada sourdough adalah et al., (2010). *Lactobacillus (L.) brevis*, *L. paralimentarius*, *L.*

asam laktat yang bersifat probiotik. Karena alasan ini, roti sourdough memiliki sifat probiotik yang merupakan salah satu jenis pangan fungsional.

Bakteri asam laktat pada roti sourdough memiliki senyawa antijamur, menghasilkan senyawa asam lemak 3-hidroksi, asam fenil laktat, siklin dipeptida, roterin. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Ribet et al., 2023) roti sourdough yang mengandung oligosakarida, disakarida, monosakarida dan poliol yang difermentasi mampu menurunkan kandungan gluten didalam roti serta mengurangi gejala sindrom iritasi usus besar. Dengan penurunan kandungan gluten pada roti sourdough selama proses fermentasi menandakan roti sourdough dapat dikonsumsi oleh konsemen alergi gluten ringan (Muskovics et al., 2024). Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Mofidi et al., 2012) konsumsi roti sourdough pada pria obesitas selama menunjukkan tidak terjadi peningkatan indeks glikemik. Hal ini disebabkan oleh kandungan beta glukana pada adonan roti sourdough terlindungi dari degradasi serta berkurangnya kandungan fitat sebagai akibat asam organik yang timbul selama proses fermentasi (Kezer, 2022). Menurut (Ribet et al., 2023) roti sourdough juga mampu menurunkan glikemia pasca makan berperan dalam pencegahan diabetes. Pada proses fermentasi menghasilkan asam organik yang mampu menurunkan laju pengosongan lambung sehingga menunda respon glukosa. Hal inilah yang menjadikan sourdough dapat dikonsumsi aman oleh penderita diabetes.

3.3. Harga Pokok Penjualan

Harga pokok penjualan (HPP) merupakan perkiraan harga jual dari suatu produk. Harga pokok penjualan dihitung melalui total biaya yang dibutuhkan dalam memproduksi suatu produk serta jumlah produk. Berikut merupakan hasil perhitungan HPP produk Sourdough

Tabel 5. Perhitungan HPP

Harga Pokok Penjualan (HPP)	Kadar Alkohol %
Biaya bahan baku	Rp 59,750
Biaya tidak tetap	Rp 64,500
Biaya tetap	Rp 16,000
Total biaya produksi	Rp 140,250
Biaya produksi per unit	Rp 11, 688
Jumlah unit produksi	12
Profit margin	Rp 3,506
Harga unit per unit	Rp 15,194

4. KESIMPULAN

Roti sourdough yang dikembangkan menggunakan air fermentasi buah naga merah dan apel Roti sourdough yang dikembangkan menggunakan air fermentasi buah naga merah dan apel manalagi sebagai starter alami menunjukkan potensi besar sebagai pangan fungsional. Produk ini telah memenuhi kriteria fisik dan sensorik seperti volume spesifik 1, 8 cm³/g dan daya kembang 172,2%, tetapi juga memiliki kadar alkohol 0%, menjadikannya aman untuk

dikonsumsi semua kalangan. Produk samping seperti dry starter dan crackers dari discard starter turut memperpanjang pemanfaatan limbah fermentasi. Untuk mendukung komersialisasi, diperlukan penelitian lanjutan mengenai stabilitas starter, umur simpan produk samping, serta uji klinis untuk memastikan manfaat kesehatan, khususnya terkait pencernaan, kontrol glukosa darah, dan efek probiotik. Disarankan dilakukan kajian skala industri dan validasi klinis untuk memperluas penerimaan pasar dan meningkatkan nilai ekonomi produk berbasis fermentasi lokal

UCAPAN TERIMA KASIH

Team PBL Teknologi Rekaya Pangan yang telah memberikan masukan serta dana terhadap pelaksanaan pembuatan roti soudough dengan natural starter dari air fermentasi buah naga merah dan manalagi

DAFTAR PUSTAKA

- Adiluhung, W. D., dan Sutrisno, A. 2018. Pengaruh Konsentrasi Glukoman dan Waktu Proofing Terhadap Karakteristik Telstur Dan Organoleptik Roti Tawar Beras (*Oryza sativa*) Bebas Gluten. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(4): 26-37.
- Aini, N., Wijonarko, G., & Sustriawan, B. (2016). Sifat Fisik, Kimia, Dan Fungsional Tepung Jagung Yang Diproses Melalui Fermentasi. *AGRITECH*, 36(2).
- AACC. Approved Methods of Analysis,. (2011). Methods: 74-09.01 (bread firmness), 10-05.01 (bread volume). 11th edition. Minnesota (US): American Association of Cereal Chemists.
- Anam, C., Purnomo, H., & Fitriyah, D. (2020). Pengaruh waktu fermentasi terhadap mutu organoleptik roti sourdough berbasis tepung lokal. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(3), 87–95.
- AOAC International. (2005). Official methods of analysis of AOAC International (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.
- Ardhiyuda, J. I., & Aprinica, N. P. I. 2023. Penggunaan Fermentasi Kulit Apel sebagai Bahan Pengganti Ragi dalam Pembuatan Sourdough Bread. *Jurnal Ilmiah Pariwisata dan Bisnis*, 2(5), 1285–1293.
- Arifin, H. R., Lembong, E., & Irawan, A. N. (2023). Karakteristik Fisik Roti Tawar Dari Substitusi Terigu Dengan Tepung Komposit Sukun (*Artocarpus Atilis F.*) Dan Pisang (*Musa Paradisiaca L.*) Sebagai Pemanfaatan Komoditas Lokal. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, 3(1), 20-26.
- Azizah, N., A.N. Al-Baarri, dan S. Mulyani. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, PH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2).
- Balat, M., H. Balat., and C. Öz.(2007).Progress in Bioethanol Processing. *Energy and Combustion Science*, 34, 551-573.
- Bianchi, F., Tolve, R., Rainero, G., Bordiga, M., Brennan, C. S., & Simonato, B. (2020). Rheological, technological and nutritional properties of bread obtained from *Triticum aestivum* flour with sourdough addition. *Foods*, 9(8), 1138.
- Bnyan, R., Cesarini, L., Khan, I., Roberts, M., & Ehtezazi, T. (2020). The Effect of Ethanol Evaporation On The Properties Of Inkjet Produced Liposomes. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences* 28:271–280. <https://doi.org/10.1007/s40199-020-00340-1>.
- Cahyani, W. K. D., Widodo, R., & Wardah, W. (2024). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Sourdough Terhadap Sifat Fisik Dan Mikrobiologi Pada Roti Tawar. *Heuristic*, 101-112.

- Chandel, A.K., Chan, E., Rudravaram, R., Narasu, M.L., Rao, L.V., dan Ravindra, P. (2007). Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal. *Biotechnol Mol Biol*, 2 (14), 32.
- Damayanti, E., & Dewanti, A. (2018). Karakteristik roti sourdough dengan starter alami kombucha. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 29(1), 45–52.
- Dwi Ariyanto, H., Hidayatulloh, F., & Murwono, J. (2013). Pengaruh Penambahan Gula Terhadap Produktivitas Alkohol Dalam Pembuatan Wine Berbahan Apel Buang (Reject) Dengan Menggunakan Nopkor MZ.11. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* (Vol. 2, Issue 4). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>.
- De Vuyst, L., Comasio, A., & Kerrebroeck, S. V. (2023). Sourdough production: fermentation strategies, microbial ecology, and use of non-flour ingredients. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63(15), 2447-2479.
- Farah, M. F., Rista. A., Warkoyo. (2025). Karakteristik FisikoKimia Dan Mutu Sensori Roti Sourdough Dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu Dan Air Rendaman Buah Apel Manalagi Sebagai Ragi Alami. *Food Technology and Halal Science Journal Vol 8 (No. 1) (2025) 57-74*.
- Gil, I. D., García, L. C., dan Rodríguez, G.(2014). Simulation of Ethanol Extractive Distillation with Mixed Glycols as Separating Agen. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 31 (1), hal. 259 – 270.
- Ginting, R. B., Batubara, R., & Ginting, H. (2015). Tingkat Kesukaan Masyarakat Terhadap Teh Daun gaharu (*Aquilaria mallacensis Lamk.*) Dibandingkan Teh Lain yang Beredar Di Pasaran. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(3), 214–217.
- Gobbetti, M., Pontonio, E., Filannino, P., Rizzello, C. G., De Angelis, M., & Di Cagno, R. (2019). How to improve the gluten-free breads: New insights from sourdough biotechnology and enzymatic approaches. *Current Opinion in Food Science*, 25, 40-48.
- Hafidzoh Yusriyah, N., & Rudiana Agustini, dan. (2014). The Effect Of Fermentation And Concentration Of Kefir Grains Of Quality Of Cow's Milk Kefir. *UNESA Journal of Chemistry* 3(2).
- Ika, D. K., Rizki, A. M., & Ibdal S. (2025). Sifat Fisiko-Kimia, Mikrobiologi da Organoleptik Roti Tawar Sourdough Tersubstitusi dengan Tepung Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). ARTIKEL PANGAN, Vol. 33 No. 3 Desember 2024 : 249 – 266.
- Kezer, G. (2022). Functional Perspective on Sourdough Bread. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(8), 1410–1414. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i8.1410-1414.4860>.
- Kurniawan, B., & Syahputra, R. (2016). Tekstur dan porositas roti sourdough yang difermentasi dengan starter alami. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 17(2), 88–94.
- Mariana, E., & Yulianto, A. (2013). Pembuatan Crackers Jagung Dan Pendugaan Umur Simpannya Dengan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 24(2), 129–137. <https://doi.org/10.6066/jtip.2013.24.2.129>.
- Putri, N. P., Harini, N., Azizah, L. N., Manshur, H. A. (2022). Karakteristik Kimia Roti Manis Sourdough yang Menggunakan Ragi Alami dari Apel Manalagi (*Malus sylvestris*). *AgriTECH*, 42 (4), 380-389.
- Safitri, A. A., Sa'ati, E. A., Anggriani, R. (2024). Pengaruh Konsentrasi Ragi Alami Dari Air Fermentasi Buah Anggur Red Globe (*Vitis vinifera L.*) Terhadap Karakteristik Mutu Roti Tawar Sourdough. *Food Technology and Halal Science Journal Vol. 7 (No. 2) 197-212*.

- Mofidi, A., Ferraro, Z. M., Stewart, K. A., Tulk, H. M. F., Robinson, L. E., Duncan, A. M., & Graham, T. E. (2012). The acute impact of ingestion of sourdough and whole-grain breads on blood glucose, insulin, and incretins in overweight and obese men. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/184710>.
- Muskovics, G., Farkas, A., Bugyi, Z., & Tömösközi, S. (2024). Changes of gluten protein composition during sourdough fermentation in rye flour. *Cereal Chemistry*. <https://doi.org/10.1002/cche.10837>.
- Nurliana, & Indrasari, S. D. (2017). Pengaruh jenis kultur starter terhadap aroma dan cita rasa sourdough. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 11(2), 114–120.
- Putri, D. N., Harini, N., Azizah, L. N., & Manshur, H. A. (2022). Karakteristik Kimia Roti Manis Sourdough yang Menggunakan Ragi Alami dari Apel Manalagi (*Malus sylvestris*). *AgriTECH*, 42(4), 380. <https://doi.org/10.22146/agritech.61100>.
- Olojede, A. O., Sanni, A. I., Banwo, K., & Michael, T. (2022). Improvement of Texture, Nutritional Qualities, and Consumers' Perceptions of Sorghum-Based Sourdough Bread Made with *Pediococcus pentosaceus* and *Weissella confusa* Strains. *Fermentation*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/fermentation8010032>.
- Sabir, N. C., Lahming, & Sukainah, A. (2020). Analisis Karakteristik Crackers Hasil Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Ampas. *Jurnal Pendidikam Teknologi Pertanian*, 6(1), 52-63.
- Saputra, H., Dewi, R. K., & Maulida, I. (2020). Evaluasi hedonik roti sourdough dari fermentasi alami starter lokal. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 19(2), 58–64.
- Sayadi, Z., Sabokbar, N., & Barzegar, M. (2025). Effect of incorporating oat flour and sourdough on the sensory and technological characteristics of bread. *Food Science & Nutrition*, 13(1), e4693.
- Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., dan Dewi, T. K. (2013). Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Kimia*, 19 (1), 9-15.
- Siepmann, F. B., Ripari, V., Waszczynskyj, N., & Spier, M. R. (2018). Overview of sourdough technology: from production to marketing. *Food and Bioprocess Technology*, 11(2), 242-270.
- Winda, C. T., Antonius, H., Heni, R. (2022). Total BAL, Viskositas, PH Dan Padatan Terlarut Kefir Susu Kerbau Dengan Pemberian Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. Vol. 10. No. 4: 187-193, Oktober 2022.
- Yuspyani, F., & Prihanisetyo, A. (2021). Analisis Perhitungan Hpp Berdasarkan Metode Full Costing Dan Variable Costing Sebagai Dasar Dalam Menentukan Harga. *Jurnal Akuntansi Manajemen Madani*, 7(1), 81–98.
- Zarlis., F. Azima dan S. Asmar. (2010). Pengaruh substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Tape Pisang serta Penambahan Ekstrak Cassiavera dalam Pembuatan Roti Manis. *Jurnal Dinamika Penelitian BIPA*, 21(37).