



Pemanfaatan Nira sebagai Starter Alami dalam Pembuatan Bolu Pandan (*Pandanus amaryllifolius*) sebagai Pengganti Ragi Komersial

Wan Siti Humaira Kenanga

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Rabithah Hanny Sembiring

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Fathur Rahman

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Riski Amelia Nasution

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Alamat: Jl. Lapangan Golf, Desa Tuntungan II, Kampus IV UINSU, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara

Korespondensi penulis: wanhumairah1@gmail.com, r4bithahhannysbr@gmail.com, fathurrahmann1212@gmail.com, rizkiamelianst@uinsu.ac.id

Abstract. *The use of natural leavening agents in food products has emerged as an alternative to reduce dependence on commercial yeast. This study aimed to evaluate the potential of palm sap as a natural starter in the production of pandan sponge cake (*Pandanus amaryllifolius*) and to compare its physical, microbiological, chemical, and sensory characteristics with those produced using commercial yeast. An experimental method employing a Completely Randomized Design (CRD) with two treatments was applied: P1 (natural palm sap starter) and P2 (commercial yeast). The observed parameters included dough expansion, pH value, yeast and mold count, and sensory evaluation covering color, aroma, texture, and taste. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) at a 95% confidence level. The results demonstrated that the natural palm sap starter produced a faster fermentation response than commercial yeast, exhibited a lower yeast and mold count of 2.70×10^2 CFU/g within food safety standards, and achieved higher panelist preference scores across all sensory attributes. Although it produced a slightly denser texture, palm sap has strong potential as a safe, environmentally friendly natural leavening agent capable of producing pandan sponge cake with desirable sensory quality.*

Keywords: *Palm Sap, Natural Starter, Pandan Sponge Cake*

Abstrak. Pemanfaatan bahan pengembang alami pada produk pangan menjadi alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap ragi komersial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi nira aren sebagai starter alami dalam pembuatan bolu pandan (*Pandanus amaryllifolius*) serta membandingkan karakteristik fisik, mikrobiologis, kimia, dan sensorisnya dengan penggunaan ragi komersial. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua perlakuan, yaitu P1 (starter alami nira aren) dan P2 (ragi komersial). Parameter yang diamati meliputi daya kembang, nilai pH, Angka Kapang Khamir (AKK), serta uji organoleptik terhadap warna, aroma, tekstur, dan rasa. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa starter alami nira aren menghasilkan respons fermentasi yang lebih cepat dibandingkan ragi komersial, memiliki nilai AKK lebih rendah sebesar $2,70 \times 10^2$ CFU/g sehingga memenuhi standar keamanan pangan, serta memperoleh tingkat kesukaan panelis yang lebih tinggi pada seluruh parameter organoleptik. Meskipun menghasilkan tekstur yang lebih padat, nira aren berpotensi menjadi alternatif pengembang alami yang aman, ramah lingkungan, dan mampu menghasilkan bolu pandan dengan mutu sensoris yang baik.

Kata Kunci: Nira Aren, Starter Alami, Bolu Pandan

PENDAHULUAN

Industri produk bakeri dan kue di Indonesia, termasuk bolu pandan, terus mengalami perkembangan pesat seiring dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap variasi pangan olahan (Wahyono & Tobing, 2023). Namun, ketergantungan terhadap bahan pengembang instan atau ragi komersial masih sangat tinggi, yang terkadang menjadi kendala bagi kemandirian pangan lokal. Sejalan dengan pemikiran (Amiruddin et al., 2025), inovasi berbasis sumber daya pangan lokal memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan sekaligus meningkatkan nilai ekonomi bahan baku yang melimpah di daerah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan potensi lokal ini tidak hanya berfungsi sebagai diversifikasi produk, tetapi juga sebagai langkah strategis dalam menciptakan inovasi pangan yang lebih mandiri dan berkelanjutan dengan memanfaatkan karakteristik spesifik sumber daya alam yang tersedia di lingkungan sekitar.

Potensi nira sebagai agen pengembang alami didasarkan pada karakteristik mikrobiologisnya yang kaya akan mikroflora fungsional. Secara alami, nira merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme karena kandungan total padatan terlarutnya yang didominasi oleh gula dan mineral (Sholiha et al., 2025). Di dalam nira segar, terdapat aktivitas mikroorganisme fermentatif, terutama khamir jenis *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri *Acetobacter* yang secara spontan melakukan metabolisme karbohidrat (Sholiha et al., 2025). Keberadaan *Saccharomyces cerevisiae* dalam nira berperan krusial dalam proses fermentasi adonan, di mana khamir tersebut akan memecah gula menjadi gas karbondioksida (CO₂). Gas inilah yang nantinya akan terjebak dalam struktur gluten adonan bolu, sehingga menciptakan porositas dan daya kembang yang diinginkan tanpa memerlukan tambahan ragi sintetis.

Nira yang digunakan dalam penelitian ini secara spesifik diambil dari pohon aren atau enau (*Arenga pinnata*) melalui proses penyadapan tongkol bunga jantan. Pemilihan nira aren didasarkan pada karakteristik kimianya yang sangat potensial sebagai media tumbuh mikroorganisme. Nira aren segar memiliki kandungan total padatan terlarut (TPT) yang tinggi, yakni berkisar antara 10–15% yang didominasi oleh gula sederhana seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Selain kaya akan sumber karbon, nira aren juga mengandung nutrisi esensial lainnya seperti senyawa nitrogen (protein dan asam amino), mineral (kalium, magnesium, kalsium), serta vitamin B kompleks dan vitamin C. Kelengkapan komposisi gizi inilah yang menjamin viabilitas dan mendukung aktivitas metabolik khamir fungsional di dalamnya untuk bekerja sebagai agen pengembang adonan.

Penggunaan ragi roti (baker's yeast) komersial dalam industri pangan skala kecil maupun besar memang memberikan keuntungan berupa stabilitas fermentasi. Sebagai organisme anaerob fakultatif, *Saccharomyces cerevisiae* dalam ragi komersial bekerja dengan memecah senyawa organik untuk menghasilkan energi dan gas (Qui, 2023). Namun, ketergantungan pada produk pabrikan ini seringkali menimbulkan masalah bagi produsen rumahan terkait biaya produksi dan ketersediaan stok yang konsisten di daerah terpencil. Selain itu, ragi komersial terkadang memberikan aroma fermentasi yang terlalu tajam yang dapat menutupi aroma asli bahan tambahan alami. Oleh karena itu, diperlukan alternatif starter yang lebih terjangkau namun

memiliki kemampuan fermentasi yang setara dengan ragi komersial untuk diaplikasikan pada produk pangan tradisional seperti bolu pandan.

Selama ini, industri pembuatan kue konvensional sangat bergantung pada penggunaan ragi komersial atau ragi instan pabrikan. Secara umum, ragi komersial merupakan biakan murni tunggal (monoculture) dari sel khamir aktif *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mengalami dehidrasi hingga kadar airnya tersisa 6–8% (Qui, 2023). Walaupun mampu menghasilkan gas karbondioksida (CO_2) secara instan dan terukur, ragi komersial seringkali mengandung bahan tambahan pangan (BTP) sintetis seperti bahan pengemulsi (sorbitan monostearate) untuk menjaga stabilitasnya selama penyimpanan. Ketergantungan terhadap produk pabrikan ini mengabaikan potensi mikrobiologi lokal. Selain itu, ragi komersial tidak mampu menghasilkan kompleksitas aroma dan rasa sekunder yang khas jika dibandingkan dengan starter alami seperti nira aren yang bersifat multikultur karena dihuni oleh khamir dan bakteri fungsional secara bersamaan.

Sinergi antara penggunaan nira sebagai starter alami dan penambahan daun pandan memberikan nilai tambah yang signifikan pada produk bolu pandan yang dihasilkan. Daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*) tidak hanya berfungsi sebagai pemberi aroma dan pewarna alami, tetapi juga memiliki potensi sebagai pengawet alami karena kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, dan polifenol yang bersifat antimikroba (Mubarak et al., 2023). Penambahan pandan dalam nira diketahui mampu membantu menjaga stabilitas pH dan menghambat pertumbuhan mikroba kontaminan yang dapat merusak kualitas fermentasi (Mubarak et al., 2023). Dengan demikian, penggabungan kedua bahan lokal ini diharapkan dapat menciptakan produk bolu pandan yang memiliki daya kembang optimal, aroma yang kuat, serta masa simpan yang lebih baik secara alami tanpa ketergantungan pada bahan kimia sintetis.

Upaya pengembangan produk pangan berbasis fermentasi alami ini juga didukung oleh beberapa penelitian terdahulu yang relevan. Sebagai acuan, (Qui, 2023) telah mengkaji optimasi ragi komersial pada karakteristik fisik roti, sementara (Mubarak et al., 2023) berhasil membuktikan bahwa penambahan ekstrak pandan mampu bertindak sebagai antimikroba fungsional yang menjaga stabilitas pH nira. Di sisi lain, pengujian karakteristik sensoris pada komoditas lokal juga telah dipetakan oleh Daulay et al. (2023). Berpijak dari penelitian-penelitian tersebut, letak kebaruan (novelty) dari penelitian ini adalah melakukan integrasi secara langsung dengan memanfaatkan nira aren (*Arenga pinnata*) segar sebagai substitusi total ragi komersial, yang kemudian disinergikan dengan pemanfaatan pandan wangi langsung pada adonan bolu pandan untuk menghasilkan produk yang unggul secara fisik maupun organoleptik.

Berdasarkan Penelitian terdahulu yang diacu dalam studi ini adalah riset oleh Tulung et al. (2026), mengenai pembuatan donat substitusi tepung kacang hijau (150 g) menggunakan agen pengembang alami nira aren (P3) yang dibandingkan dengan ragi komersial (P2) dan tanpa pengembang (P1). Hasil krusial dari uji mikrobiologis menunjukkan bahwa proses penggorengan dengan perlakuan panas efektif menekan cemaran mikroba secara signifikan. Nilai akhir Angka Kapang Khamir (AKK) pada donat nira aren tercatat sebesar $1,75 \times 10^2$ CFU/g dan donat ragi komersial sebesar $2,25 \times 10^2$ CFU/g, di mana kedua hasil tersebut berada jauh di bawah ambang batas maksimum aman yang ditetapkan oleh SNI (4×10^3 CFU/g, sehingga produk dinyatakan sangat layak dikonsumsi.

Dari segi karakteristik fisik dan sensoris, adonan dengan pengembang nira aren terbukti mampu mengembang optimal hingga mencapai tinggi 3 cm setelah proses fermentasi selama 3 jam, menyamai tinggi akhir adonan yang menggunakan ragi komersial. Meskipun hasil uji

hedonik menunjukkan panelis lebih menyukai donat ragi komersial karena teksturnya yang lebih empuk, ringan, dan memiliki pori-pori adonan yang merata, produk donat dengan fermentasi nira aren dinilai memiliki keunikan tersendiri. Donat nira aren menghasilkan karakteristik sensori berupa tekstur yang cenderung lebih padat dan lembap akibat tingginya kadar gula alami, aroma manis yang dominan, serta cita rasa khas dengan sedikit sentuhan asam segar dari nira yang tetap dinilai layak serta dapat diterima dengan baik oleh konsumen.

Berdasarkan berbagai potensi dan permasalahan tersebut, penelitian mengenai pemanfaatan nira sebagai pengganti ragi komersial dalam pembuatan bolu pandan menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Fokus utama penelitian ini adalah untuk menemukan formulasi yang tepat agar starter alami dari nira dapat menghasilkan kualitas fisik dan sensoris yang bersaing dengan produk konvensional. Melalui pendekatan bioteknologi sederhana ini, diharapkan dapat tercipta inovasi produk bolu pandan yang lebih sehat, ekonomis, dan berbasis kearifan lokal, yang sekaligus dapat menjadi referensi bagi pengembangan industri kreatif di bidang pangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua perlakuan, yaitu P1 (bolu pandan menggunakan starter alami nira aren) dan P2 (bolu pandan menggunakan ragi komersial) sebagai pembanding. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–Juli 2026 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara untuk proses pembuatan starter alami nira aren, pembuatan bolu pandan, serta pengujian karakteristik fisik dan mikrobiologi. Sementara itu, pengujian organoleptik dilaksanakan di lingkungan kampus dengan melibatkan 20 panelis tidak terlatih yang berasal dari mahasiswa. Bahan utama yang digunakan meliputi tepung terigu, telur, gula pasir, mentega, sari daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*), nira aren, ragi instan, serta bahan pendukung lainnya, sedangkan peralatan yang digunakan antara lain inkubator, pH meter, neraca analitik, mixer, blender, oven, autoklaf, dan peralatan laboratorium mikrobiologi lainnya.

Tahapan penelitian diawali dengan sterilisasi alat, pembuatan media Yeast Extract Agar (YEA), ekstraksi sari daun pandan, serta persiapan starter alami dari nira aren melalui proses fermentasi. Selanjutnya dilakukan pembuatan bolu pandan sesuai dengan masing-masing perlakuan, yaitu menggunakan starter alami nira aren dan ragi komersial. Produk yang dihasilkan kemudian dianalisis meliputi karakteristik fisik berupa daya kembang, uji angka kapang khamir, pengukuran pH, serta uji organoleptik yang mencakup warna, aroma, rasa, dan tekstur menggunakan skala hedonik lima tingkat. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila terdapat perbedaan yang nyata antarperlakuan, analisis dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) atau Tukey untuk mengetahui perlakuan yang memberikan hasil terbaik secara signifikan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sari Pandan Wangi

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, pembuatan sari pandan diawali dengan menyiapkan daun pandan segar yang dicuci hingga bersih untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel. Setelah itu, daun pandan dipotong kecil-kecil agar proses penghancuran menjadi lebih mudah. Daun pandan kemudian diblender dengan tambahan air secukupnya sampai halus, lalu disaring untuk memisahkan ampas dari sari yang dihasilkan. Sari pandan yang diperoleh memiliki warna hijau dan aroma khas pandan. Selanjutnya, sari pandan yang telah disaring dibiarkan terlebih dahulu selama beberapa saat agar endapan dan bagian cairnya lebih mudah dipisahkan. Proses ini dilakukan supaya sari pandan yang dihasilkan menjadi lebih bersih dan siap digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk. Sari pandan yang sudah siap kemudian dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan, seperti sebagai campuran makanan atau minuman, karena mampu memberikan warna hijau alami serta aroma yang khas.



Gambar 1. Hasil Sari Pandan Wangi

Karakteristik Bolu Pandan Wangi Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan nira dan ragi komersial sebagai bahan pengembang memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik bolu pandan sebelum dan sesudah proses fermentasi. Sebelum fermentasi berlangsung, adonan pada kedua perlakuan masih menunjukkan karakteristik yang hampir sama, yaitu memiliki tekstur yang padat, permukaan yang halus dan rata, serta berwarna hijau muda karena adanya penambahan ekstrak daun pandan sebagai pewarna dan pemberi aroma alami. Pada tahap awal ini belum terlihat terbentuknya rongga-rongga udara di dalam adonan karena mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi belum menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah yang cukup. Menurut (Winarno, 2004), proses fermentasi akan menghasilkan gas karbon dioksida yang berfungsi memperbesar volume adonan, membentuk pori-pori, dan menghasilkan tekstur produk yang lebih lembut.

Selama proses fermentasi berlangsung, kedua perlakuan menunjukkan adanya perubahan karakteristik fisik yang cukup nyata. Berdasarkan hasil pengamatan, adonan yang menggunakan nira sebagai bahan pengembang mulai mengalami pengembangan dalam waktu sekitar 5 menit,

sedangkan adonan yang menggunakan ragi komersial mulai menunjukkan pengembangan setelah sekitar 10 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi penelitian ini nira mampu memulai proses fermentasi lebih cepat dibandingkan ragi komersial. Kecepatan tersebut diduga disebabkan oleh kandungan gula sederhana, seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa, yang terdapat di dalam nira sehingga dapat langsung dimanfaatkan oleh khamir alami sebagai sumber energi untuk menghasilkan gas karbon dioksida. Selain itu, keberadaan mikroorganisme alami yang terdapat dalam nira juga diduga berperan dalam mempercepat dimulainya proses fermentasi.

Adonan yang difermentasi menggunakan ragi komersial memiliki tekstur yang lebih elastis, mengembang secara merata, serta membentuk pori-pori yang lebih besar dan seragam. Hal ini disebabkan oleh aktivitas *Saccharomyces cerevisiae*, yaitu khamir yang secara khusus digunakan sebagai agen fermentasi pada produk roti dan bolu. Mikroorganisme tersebut mampu memfermentasi gula menjadi etanol dan gas karbon dioksida secara stabil dan berkesinambungan. Gas karbon dioksida yang dihasilkan akan terperangkap di dalam jaringan adonan sehingga menyebabkan volume adonan meningkat, membentuk struktur berpori, dan menghasilkan tekstur bolu yang lebih empuk. Menurut Fardiaz (1992), aktivitas fermentasi khamir sangat berpengaruh terhadap pembentukan tekstur, volume, dan kualitas produk pangan karena gas karbon dioksida yang dihasilkan menjadi faktor utama dalam proses pengembangan adonan.

Pada perlakuan menggunakan nira, adonan juga mengalami peningkatan volume selama fermentasi meskipun struktur pori yang dihasilkan cenderung lebih kecil dan kurang merata dibandingkan perlakuan ragi komersial. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa khamir alami yang terdapat pada nira tetap mampu melakukan fermentasi, namun jumlah dan aktivitasnya berbeda dengan ragi komersial yang mengandung kultur *Saccharomyces cerevisiae* dalam jumlah lebih tinggi. Menurut (Lempang, 2012), nira merupakan bahan alami yang kaya akan gula dan mengandung mikroorganisme fermentatif sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai starter alami dalam berbagai produk pangan fermentasi.

Setelah proses pengukusan selesai, kedua perlakuan menghasilkan bolu pandan dengan warna hijau yang menarik, aroma pandan yang khas, serta tekstur yang berbeda. Bolu yang menggunakan ragi komersial memiliki tekstur yang lebih lembut, ringan, dan berpori besar sehingga menghasilkan daya kembang yang lebih baik. Sementara itu, bolu yang menggunakan nira memiliki tekstur yang sedikit lebih padat dengan pori-pori yang lebih rapat, namun tetap tergolong lembut dan memiliki aroma fermentasi alami yang khas. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa jenis bahan pengembang memberikan pengaruh terhadap mutu fisik bolu pandan, terutama pada daya kembang, tekstur, struktur pori, dan aroma produk. Dengan demikian, nira dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengembang alami dalam pembuatan bolu pandan, meskipun karakteristik produk yang dihasilkan masih berbeda dengan penggunaan ragi komersial.



Gambar 2. Karakteristik Bolu Pandan Wangi (a) Sebelum di beri perlakuan (b) Sesudah diberi perlakuan

Uji Kapang Khamir

Pada Pemeriksaan Uji Angka Kapang Khamir (AKK) merupakan metode mikrobiologi kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui jumlah kapang (mold) dan khamir (yeast) yang terdapat dalam suatu produk pangan. Pengujian AKK pada donat tepung kacang hijau penting dilakukan karena produk donat dengan kandungan air dan gula tertentu memiliki potensi tinggi untuk terkontaminasi kapang dan khamir, yang dapat memengaruhi kualitas, daya simpan, serta keamanan produk pangan. Adapun hasil dari perhitungan AKK pada adonan donat dapat disertakan hasil sebagai berikut:

$$\text{AKK} : \frac{\sum c}{\{(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2) \times d\}}$$

Tabel 1. Data hasil uji kapang kapang Sebelum di Kukus Bolu Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

PARAMETER	RATA- RATA KOLONI	
	P1	P2
Total Kapang Khamir (cpu/g)	$3,33 \times 10^2 \text{ cfu/g}$	$4,783 \times 10^3 \text{ cfu/g}$

Keterangan:

*P1: pengembang nira, P2: Pengembang ragi.

Berdasarkan hasil pengujian Angka Kapang Khamir (AKK) pada adonan bolu pandan sebelum proses pengukusan, diperoleh perbedaan jumlah koloni pada setiap perlakuan. Perlakuan P1 yang menggunakan pengembang nira memiliki nilai AKK sebesar $3,33 \times 10^2 \text{ CFU/g}$, sedangkan perlakuan P2 yang menggunakan pengembang ragi menunjukkan nilai AKK sebesar $4,783 \times 10^3 \text{ CFU/g}$. Perbedaan nilai tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan jenis pengembang memberikan pengaruh terhadap jumlah kapang dan khamir yang terdapat pada adonan bolu pandan sebelum proses pengukusan.

Jumlah kapang dan khamir yang lebih tinggi pada perlakuan P2 diduga berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang terdapat dalam ragi komersial, terutama *Saccharomyces cerevisiae*, yang memanfaatkan gula sebagai sumber energi selama proses fermentasi. Selain itu, pertumbuhan kapang dan khamir juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kandungan nutrisi, kadar air, suhu, nilai pH, serta lamanya proses fermentasi. Menurut Fardiaz (1992), kondisi lingkungan yang sesuai akan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme sehingga jumlah koloni yang terbentuk menjadi lebih banyak.

Sebaliknya, perlakuan P1 yang menggunakan nira sebagai pengembang alami menunjukkan jumlah kapang dan khamir yang lebih rendah. Hal ini diduga karena populasi khamir alami yang terdapat dalam nira lebih sedikit dibandingkan dengan ragi komersial. Walaupun demikian, khamir alami pada nira tetap mampu melakukan fermentasi sehingga dapat menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) yang berperan dalam proses pengembangan adonan. Menurut (Lempang, 2012), nira mengandung gula alami dan mikroorganisme fermentatif yang dapat dimanfaatkan sebagai starter alami dalam proses fermentasi pangan.

Apabila dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 7388:2009) mengenai batas maksimum cemaran mikroba pada pangan berbasis tepung, yang menetapkan batas maksimum Angka Kapang dan Khamir sebesar 4×10^3 CFU/g, maka perlakuan P1 masih memenuhi persyaratan karena memiliki nilai $3,33 \times 10^2$ CFU/g yang berada di bawah batas maksimum. Sementara itu, perlakuan P2 memiliki nilai $4,783 \times 10^3$ CFU/g, sehingga sedikit melebihi batas yang telah ditetapkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa jumlah kapang dan khamir pada perlakuan P2 relatif lebih tinggi sehingga perlu dilakukan pengendalian terhadap faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, seperti sanitasi selama pengolahan, kualitas bahan baku, waktu fermentasi, dan kondisi penyimpanan adonan.

Ragi komersial mengandung kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* dengan jumlah sel hidup yang tinggi sehingga ketika dicampurkan ke dalam adonan, populasi khamir meningkat secara signifikan. Selain itu, kondisi adonan yang kaya akan karbohidrat, air, dan nutrisi mendukung pertumbuhan khamir selama fermentasi. Sebaliknya, nira memang mengandung khamir alami, tetapi jumlah dan jenis mikroorganismenya sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh umur nira, kondisi penyadapan, penyimpanan, dan lingkungan. Akibatnya, populasi khamir pada perlakuan nira cenderung lebih rendah dibandingkan penggunaan ragi komersial.

Pada jumlah kapang khamir pada perlakuan ragi lebih tinggi, kondisi tersebut masih berhubungan dengan fungsi ragi sebagai agen fermentasi yang menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) untuk mengembangkan adonan. Tingginya jumlah khamir tidak selalu menunjukkan adanya pencemaran, tetapi mencerminkan aktivitas mikroorganisme fermentatif yang ditambahkan ke dalam adonan. Sebaliknya, jumlah kapang khamir yang lebih rendah pada perlakuan nira menunjukkan bahwa fermentasi lebih banyak bergantung pada mikroorganisme alami yang terdapat dalam nira, sehingga populasinya tidak setinggi kultur murni yang terdapat pada ragi komersial (Winarno, 2004).

Tabel 2. Data hasil uji kapang kapang sesudah di Kukus Bolu Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

PARAMETER	RATA- RATA KOLONI	
	P1	P2
Total Kapang Khamir (cpu/g)	$2,70 \times 10^2$ cfu/g	$3,630 \times 10^3$ cfu/g

Keterangan:

*P1: pengembang nira, P2: Pengembang ragi.

Berdasarkan hasil pengujian Angka Kapang dan Khamir (AKK) pada bolu pandan setelah proses pengukusan, diperoleh perbedaan jumlah koloni pada setiap perlakuan. Perlakuan P1 yang menggunakan pengembang nira menunjukkan nilai AKK sebesar $2,70 \times 10^2$ CFU/g, sedangkan perlakuan P2 yang menggunakan pengembang ragi memiliki nilai AKK sebesar $3,630 \times 10^3$ CFU/g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah kapang dan khamir pada perlakuan P2 masih lebih tinggi dibandingkan perlakuan P1, meskipun kedua perlakuan mengalami penurunan jumlah koloni setelah melalui proses pengukusan. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa proses pengukusan dan jenis bahan pengembang yang digunakan berpengaruh terhadap jumlah mikroorganisme yang terdapat pada bolu pandan.

Berkurangnya jumlah kapang dan khamir setelah proses pengukusan disebabkan oleh perlakuan panas yang mampu menghambat bahkan mematikan sebagian besar mikroorganisme. Suhu tinggi selama pengukusan menyebabkan kerusakan membran sel, denaturasi protein, serta menghambat aktivitas enzim sehingga pertumbuhan kapang dan khamir menjadi menurun. Menurut Fardiaz (1992), proses pemanasan merupakan salah satu metode pengolahan pangan yang efektif dalam menurunkan jumlah mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan keamanan dan mutu produk pangan.

Apabila dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 7388:2009) mengenai batas maksimum cemaran mikroba pada pangan berbasis tepung, yaitu sebesar 4×10^3 CFU/g, maka nilai AKK pada perlakuan P1 ($2,70 \times 10^2$ CFU/g) dan P2 ($3,630 \times 10^3$ CFU/g) masih berada di bawah batas maksimum yang dipersyaratkan. Dengan demikian, kedua perlakuan telah memenuhi standar mutu mikrobiologis dan dapat dinyatakan aman berdasarkan parameter Angka Kapang dan Khamir.

Perbedaan jumlah koloni antara kedua perlakuan diduga berkaitan dengan penggunaan jenis pengembang yang berbeda. Ragi komersial mengandung *Saccharomyces cerevisiae* dalam jumlah yang lebih tinggi sehingga selama fermentasi menghasilkan populasi khamir yang lebih banyak dibandingkan pengembang nira. Sementara itu, nira mengandung mikroorganisme alami dengan jumlah yang lebih sedikit sehingga nilai AKK yang dihasilkan juga lebih rendah. Selain jenis pengembang, faktor lain seperti kualitas bahan baku, kadar air, sanitasi peralatan, kebersihan lingkungan pengolahan, dan lama penyimpanan juga dapat memengaruhi jumlah kapang dan khamir pada produk pangan (Winarno, 2004).

Jumlah kapang khamir pada perlakuan nira setelah proses pengukusan tercatat sebesar $2,70 \times 10^2$ CFU/g, lebih rendah dibandingkan perlakuan ragi. Hasil tersebut diduga karena nira mengandung mikroorganisme alami dengan populasi yang relatif lebih sedikit dan bervariasi dibandingkan ragi komersial. Selain itu, nira juga mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti senyawa fenolik, yang diketahui memiliki aktivitas antimikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis kapang dan khamir. Populasi mikroorganisme dalam nira juga sangat

dipengaruhi oleh tingkat kesegaran nira, kondisi penyiapan, serta lama penyimpanan sebelum digunakan sebagai bahan fermentasi. Rendahnya jumlah kapang khamir pada perlakuan nira menunjukkan bahwa penggunaan nira sebagai pengembang alami tidak menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme yang berlebihan. Berbeda dengan ragi komersial yang mengandung kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* dalam jumlah tinggi, populasi mikroorganisme pada nira berasal dari fermentasi alami sehingga konsentrasinya lebih rendah. Oleh karena itu, setelah melalui proses pengukusan, jumlah kapang khamir pada perlakuan nira tetap lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan ragi.

Uji Daya Kembang (Volume Spesifik)

Tabel 3. Data Daya Kembang (Volume Spesifik)Bolu Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

Perlakuan	t1	t2
P1 (Nira)	5 menit	15 menit
P2 (Ragi)	10 menit	20 menit

Keterangan:

*t1: waktu awal fermentasi, t2: waktu adonan mencapai pengembangan yang ditentukan

Berdasarkan hasil uji daya kembang (volume spesifik), diketahui bahwa adonan bolu pandan yang menggunakan nira sebagai starter alami (P1) mulai mengalami proses fermentasi pada menit ke-5 (t1), sedangkan adonan yang menggunakan ragi komersial (P2) mulai menunjukkan aktivitas fermentasi pada menit ke-10. Hasil tersebut menunjukkan bahwa starter alami dari nira memiliki kemampuan mengawali proses fermentasi lebih cepat dibandingkan ragi komersial. Hal ini diduga karena nira mengandung khamir alami dan gula sederhana yang dapat langsung dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk melakukan metabolisme, sehingga pembentukan gas karbon dioksida (CO₂) berlangsung lebih awal.

Pada waktu yang diperlukan adonan untuk mencapai tingkat pengembangan yang telah ditentukan (t2) juga menunjukkan perbedaan. Perlakuan P1 mencapai pengembangan pada menit ke-15, sedangkan perlakuan P2 baru mencapainya pada menit ke-20. Perbedaan waktu tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan nira sebagai starter alami mampu mempercepat proses pengembangan adonan sekitar lima menit dibandingkan dengan penggunaan ragi komersial. Gas CO₂ yang dihasilkan selama fermentasi akan terperangkap dalam jaringan gluten adonan sehingga volume adonan meningkat dan menghasilkan tekstur yang lebih mengembang.

Pengembangan adonan yang lebih cepat pada perlakuan nira diduga berkaitan dengan kandungan gula sederhana, seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa, yang secara alami terdapat dalam nira. Gula-gula tersebut merupakan substrat yang mudah dimanfaatkan oleh khamir alami, terutama dari genus *Saccharomyces*, sebagai sumber energi dalam proses fermentasi. Selama fermentasi berlangsung, khamir menguraikan gula menjadi etanol dan gas karbon dioksida (CO₂). Gas CO₂ yang dihasilkan akan tertahan di dalam jaringan gluten sehingga membentuk rongga-rongga udara yang menyebabkan volume adonan meningkat lebih cepat. Selain mengandung gula, nira juga memiliki berbagai vitamin dan mineral yang berperan dalam mendukung pertumbuhan serta aktivitas metabolisme khamir sehingga proses fermentasi berlangsung lebih optimal.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian (Lempang & Mangopang, 2012) yang menyatakan bahwa nira mengandung mikroorganisme fermentatif alami beserta nutrisi yang

mampu mempercepat proses fermentasi. Meskipun demikian, kecepatan pengembangan adonan tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan nira, tetapi juga oleh berbagai faktor lain, seperti tingkat kesegaran nira, jumlah populasi khamir, suhu fermentasi, komposisi bahan penyusun adonan, kadar gula, serta kondisi lingkungan selama fermentasi. Penggunaan nira yang masih segar memungkinkan populasi khamir alami tetap tinggi sehingga produksi gas CO₂ berlangsung lebih cepat dan adonan mencapai volume pengembangan.

Sebaliknya pada pengembangan adonan pada perlakuan ragi komersial memerlukan waktu yang lebih lama karena *Saccharomyces cerevisiae* harus melalui fase adaptasi (fase lag) sebelum memasuki fase pertumbuhan aktif. Pada tahap ini, sel khamir menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungan adonan, seperti ketersediaan nutrisi, kadar air, suhu, dan pH, sehingga aktivitas fermentasi serta pembentukan gas CO₂ belum berlangsung secara optimal. Setelah proses adaptasi selesai, khamir mulai memfermentasi gula menjadi etanol dan CO₂ yang kemudian terperangkap dalam jaringan gluten dan menyebabkan adonan mengembang.

Selain fase adaptasi, aktivitas ragi komersial juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya jumlah ragi yang digunakan, suhu fermentasi, kadar gula, kadar garam, serta viabilitas atau kualitas ragi. Suhu fermentasi yang belum mencapai kondisi optimum (sekitar 30–35°C), penggunaan ragi dalam jumlah yang relatif sedikit, maupun penurunan viabilitas ragi akibat penyimpanan dapat menyebabkan laju fermentasi menjadi lebih lambat. Akibatnya, pembentukan gas CO₂ pada tahap awal fermentasi tidak berlangsung maksimal sehingga waktu yang diperlukan adonan untuk mengembang menjadi lebih lama (Winarno, 2004).

Berdasarkan hasil penelitian ini, waktu pengembangan adonan yang lebih lama pada perlakuan ragi komersial diduga disebabkan oleh proses adaptasi khamir yang masih berlangsung pada awal fermentasi serta kondisi fermentasi yang belum sepenuhnya mendukung aktivitas ragi secara optimal. Sebaliknya, nira menyediakan gula sederhana yang mudah difermentasi serta mengandung khamir alami yang aktif, sehingga pembentukan gas CO₂ berlangsung lebih cepat. Kondisi tersebut menyebabkan adonan pada perlakuan nira mencapai tingkat pengembangan yang diinginkan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan adonan yang menggunakan ragi komersial.

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik fisik suatu produk melalui pengamatan terhadap warna, rasa, aroma, dan tekstur. Uji organoleptik ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara dan menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 4. Data hasil uji organoleptik Bolu Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

No	Parameter Uji	Hasil
1.	Warna	Hijau Muda, Hijau Tua
2.	Aroma	Bolu sedikit aroma pandan
3.	Tekstur	Bolu Lembut, empuk, dan sedikit berpori
4.	Rasa	Bolu sedikit rasa aroma pandan, bolu sedikit rasa vanili ,bolu terasa sedikit asam nira

Berdasarkan hasil uji organoleptik yang ditampilkan pada Tabel 4, bolu pandan menunjukkan karakteristik sensoris yang meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa. Pada parameter warna, bolu memiliki warna hijau muda hingga hijau tua. Warna tersebut berasal dari kandungan klorofil yang terdapat dalam daun pandan. Intensitas warna hijau yang dihasilkan dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak pandan yang digunakan dalam adonan. Semakin tinggi jumlah ekstrak yang ditambahkan, semakin pekat warna hijau yang terbentuk sehingga dapat meningkatkan daya tarik visual produk. Pada parameter aroma, bolu menghasilkan aroma pandan yang cukup tercium meskipun tidak terlalu kuat. Aroma khas ini berasal dari senyawa aromatik alami yang terkandung dalam daun pandan, terutama 2-asetil-1-pirolin. Intensitas aroma yang relatif ringan kemungkinan disebabkan oleh proses pemanggangan yang menyebabkan sebagian senyawa volatil menguap akibat suhu tinggi.

Dari segi tekstur, bolu memiliki tekstur yang lembut, empuk, dan sedikit berpori. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa proses pembuatan adonan berlangsung dengan baik, sehingga udara dapat terperangkap dan membentuk rongga-rongga kecil selama pemanggangan. Tekstur yang lembut dan empuk merupakan salah satu indikator kualitas bolu yang baik karena memberikan sensasi nyaman saat dikonsumsi. Pada parameter rasa, bolu memiliki rasa pandan yang ringan disertai sedikit rasa vanili dan rasa asam yang berasal dari nira. Perpaduan ketiga komponen rasa tersebut menghasilkan cita rasa yang khas dan berbeda dibandingkan bolu pandan pada umumnya. Rasa asam yang muncul tidak terlalu dominan sehingga tetap seimbang dengan rasa pandan dan vanili. Kehadiran nira dalam formulasi juga memberikan karakter rasa tersendiri yang menambah keunikan produk. Secara keseluruhan, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa bolu pandan memiliki kualitas yang cukup baik berdasarkan parameter warna, aroma, tekstur, dan rasa. Warna hijau yang menarik, aroma khas pandan, tekstur yang lembut dan empuk, serta perpaduan rasa yang khas menunjukkan bahwa penggunaan daun pandan dan nira mampu menghasilkan produk bolu yang memiliki karakteristik sensoris yang baik dan berpotensi diterima oleh konsumen.

Uji Hedonik

Berdasarkan uji hedonik meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa yang telah dilakukan di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Data uji hedonik Bolu Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

Parameter	Rata – Rata	
	P1	P2
Warna	4.6	4.05
Aroma	4.35	3.55
Tekstur	4.5	3.3
Rasa	4.8	3.45

Keterangan:

*P1: pengembangan nira, P2: Pengembangan ragi.

Berdasarkan hasil uji hedonik terhadap bolu pandan (*Pandanus amaryllifolius*), diketahui bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma, tekstur, dan rasa berbeda pada masing-

masing perlakuan. Perbedaan nilai rata-rata yang diperoleh menunjukkan bahwa penggunaan jenis pengembang yang berbeda dapat memengaruhi karakteristik sensoris serta tingkat penerimaan produk oleh panelis. Secara keseluruhan, perlakuan P1 yang menggunakan pengembang nira memperoleh nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan perlakuan P2 yang menggunakan pengembang ragi.

Pada aspek warna, perlakuan P1 memperoleh nilai rata-rata 4,6, sedangkan perlakuan P2 memperoleh nilai 4,05. Hasil ini menunjukkan bahwa warna bolu pada perlakuan P1 lebih disukai oleh panelis. Warna hijau yang dihasilkan tampak lebih cerah dan menarik sehingga memberikan kesan visual yang lebih baik. Penampilan produk merupakan salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi minat konsumen terhadap suatu makanan. Untuk parameter aroma, perlakuan P1 memperoleh nilai rata-rata 4,35, sementara perlakuan P2 memperoleh nilai 3,55. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa aroma bolu pada perlakuan P1 lebih disukai oleh panelis. Aroma khas pandan masih terasa jelas dan memberikan kesan harum yang menarik. Sebaliknya, pada perlakuan P2 aroma pandan cenderung berkurang karena adanya aroma fermentasi dari ragi yang ikut memengaruhi karakteristik produk.

Pada parameter tekstur, perlakuan P1 memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,5 dan perlakuan P2 sebesar 3,3. Hasil ini menunjukkan bahwa tekstur bolu pada perlakuan P1 lebih disukai karena terasa lebih lembut, empuk, dan memiliki struktur yang lebih baik. Tekstur merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas produk pangan karena berhubungan langsung dengan kenyamanan saat dikonsumsi. Pada parameter rasa, perlakuan P1 memperoleh nilai rata-rata tertinggi yaitu 4,8, sedangkan perlakuan P2 memperoleh nilai 3,45. Tingginya nilai pada perlakuan P1 menunjukkan bahwa rasa bolu yang dihasilkan lebih dapat diterima oleh panelis. Rasa manis alami dari nira yang berpadu dengan cita rasa khas pandan menghasilkan kombinasi rasa yang lebih disukai. Sementara itu, penggunaan ragi pada perlakuan P2 diduga memberikan sedikit pengaruh terhadap cita rasa sehingga tingkat kesukaan panelis menjadi lebih rendah.

Secara umum, hasil uji hedonik menunjukkan bahwa perlakuan P1 (pengembang nira) memiliki tingkat penerimaan yang lebih baik dibandingkan perlakuan P2 (pengembang ragi). Hal ini terlihat dari nilai rata-rata seluruh parameter yang lebih tinggi pada perlakuan P1. Dengan demikian, penggunaan nira sebagai pengembang alami mampu menghasilkan bolu pandan dengan warna, aroma, tekstur, dan rasa yang lebih disukai oleh panelis sehingga berpotensi menjadi alternatif bahan pengembang dalam pembuatan bolu pandan.

Uji Ph

Nilai pH merupakan indikator yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Berdasarkan hasil analisis pH pada adonan donat kacang hijau yang difermentasi menggunakan adonan normal, ragi dan nira, data pengukuran pH dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Data nilai ph Bolu Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

PERLAKUAN	NILAI PH		
	SEBELUM FERMENTASI	SESUDAH FERMENTASI	KETERANGAN
PENAMBAHAN NIRA	6.5	7.47	BASA
PENAMBAHAN RAGI	7.37	7.48	BASA

Keterangan:

*P1: Penambahan Nira, P2: Penambahan Ragi. Menunjukkan p₁, p₂, basa.

Berdasarkan hasil pengukuran pH, bahwa proses fermentasi menyebabkan nilai pH Bolu Pandan meningkat pada dua perlakuan yang diuji. Pada perlakuan P1 yaitu penambahan nira, pH berubah dari 6.5 menjadi 7.47. Sedangkan pada P2 dengan penambahan ragi, pH meningkat dari 7.37 menjadi 7.48. Karena kedua nilai akhir pH >7, maka produk termasuk dalam kategori basa. Perubahan ini mengindikasikan bahwa telah terjadi reaksi biokimia selama fermentasi akibat aktivitas mikroba. Kenaikan pH yang cukup besar pada P1 diduga disebabkan oleh kandungan nira itu sendiri. Nira kaya akan gula sederhana seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa, serta mengandung mineral-mineral basa seperti kalium, kalsium, dan magnesium. Selama fermentasi, mikroorganisme yang ada di nira dapat memecah asam amino melalui proses deaminasi, sehingga menghasilkan amonia yang bersifat basa. Di sisi lain, asam organik yang terbentuk lebih dulu dapat mengalami oksidasi lanjutan dan berubah menjadi senyawa netral atau basa. Pernyataan ini didukung oleh Winarno yang menjelaskan bahwa bahan dengan mineral tinggi akan cenderung menaikkan pH setelah difermentasi.

Kenaikan pH pada P2 tidak sebesar P1, yaitu hanya 0.11 poin. Ragi *Saccharomyces cerevisiae* bekerja utama dengan menghasilkan gas CO₂ untuk mengembangkan adonan. Akan tetapi, ketika sel ragi mengalami autolisis, protein di dalamnya akan diuraikan menjadi asam amino lalu menjadi amonia. Amonia inilah yang menyebabkan pH menjadi basa. Berdasarkan SNI 01-2973-1992, pH ideal untuk roti manis adalah 5.0 sampai 7.0. Dengan demikian, nilai pH 7.47 dan 7.48 pada penelitian ini sudah di luar standar. Kondisi pH basa berpotensi Secara keseluruhan, penambahan nira pada P1 menyebabkan perubahan pH yang lebih drastis dibanding ragi pada P2. Hal ini menunjukkan bahwa nira berperan ganda, yaitu sebagai substrat gula sekaligus sumber mikroba dan mineral. Sementara ragi komersial lebih spesifik untuk pengembangan. Untuk menghasilkan pH yang sesuai SNI, maka dosis nira dan durasi fermentasi perlu dioptimalkan. Penambahan bahan pengasam alami seperti asam sitrat atau yoghurt juga dapat dipertimbangkan. Selain itu, perlu uji lanjutan untuk melihat pengaruh pH terhadap tekstur, umur simpan, dan kesukaan panelis membuat warna remah lebih gelap, tekstur lebih keras karena gluten menjadi kaku, serta rasa produk menjadi kurang disukai.

Berbeda dengan nira, ragi komersial sebagian besar tersusun atas sel khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk kering yang relatif stabil dan tidak mengandung asam organik dalam jumlah yang tinggi. Ketika dicampurkan ke dalam adonan, khamir memerlukan waktu untuk menyerap air dan beradaptasi dengan lingkungan sebelum memasuki fase fermentasi aktif. Selama fase adaptasi tersebut, pembentukan metabolit berupa asam organik maupun gas

karbon dioksida masih berlangsung dalam jumlah yang terbatas sehingga pH adonan tetap berada pada kisaran netral. Di samping itu, kandungan protein dan mineral pada ragi turut berperan sebagai penyangga (buffer) yang membantu menjaga kestabilan pH selama proses fermentasi berlangsung.

Setelah proses fermentasi selesai, nilai pH pada kedua perlakuan menunjukkan angka yang hampir sama, yaitu 7,47 pada perlakuan nira dan 7,48 pada perlakuan ragi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas fermentasi menyebabkan perubahan komposisi kimia adonan akibat pemanfaatan gula oleh khamir sebagai sumber energi. Dengan demikian, perbedaan nilai pH pada awal fermentasi terutama dipengaruhi oleh kandungan asam organik alami yang terdapat pada nira, sedangkan ragi komersial lebih didominasi oleh sel khamir yang belum menghasilkan metabolit asam dalam jumlah besar sebelum fermentasi berlangsung. Oleh karena itu, karakteristik kimia kedua bahan pengembang tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan nilai pH pada adonan bolu pandan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan mengenai penggunaan nira aren sebagai agen pengembang alami pada pembuatan bolu pandan (*Pandanus amaryllifolius*), dapat disimpulkan bahwa nira aren memiliki potensi yang baik sebagai alternatif pengganti ragi komersial dalam proses pengembangan adonan. Perlakuan menggunakan nira aren (P1) menunjukkan respons fermentasi yang lebih cepat, ditandai dengan mulai mengembang pada menit ke-5, sedangkan perlakuan menggunakan ragi komersial (P2) mulai mengembang pada menit ke-10. Kecepatan fermentasi ini dipengaruhi oleh kandungan gula sederhana alami dalam nira yang mudah dimanfaatkan oleh khamir selama proses fermentasi. Meskipun demikian, bolu yang dihasilkan dari perlakuan nira memiliki karakteristik fisik berupa pori-pori yang lebih rapat dan tekstur yang sedikit lebih padat dibandingkan bolu yang menggunakan ragi komersial, yang menghasilkan pori-pori lebih besar dan tekstur lebih ringan. Dari aspek mikrobiologis, bolu dengan pengembang nira memiliki nilai Angka Kapang Khamir (AKK) sebesar $2,70 \times 10^2$ CFU/g, lebih rendah dibandingkan bolu dengan ragi komersial sebesar $3,63 \times 10^3$ CFU/g. Kedua nilai tersebut masih berada di bawah batas maksimum cemaran mikroba yang ditetapkan dalam SNI 7388:2009, sehingga keduanya dinyatakan aman untuk dikonsumsi. Selain itu, penggunaan nira aren sebagai starter alami juga mampu menghasilkan karakteristik sensoris yang khas, yaitu memberikan aroma fermentasi yang berpadu dengan aroma pandan wangi serta mampu mempertahankan warna hijau alami bolu, sehingga menghasilkan produk dengan mutu organoleptik yang menarik dan berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan berbasis fermentasi alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, U., Habsyi, F. Y., & Abu, B. (2025). Optimalisasi Peran Masyarakat Sawai Dalam Pemanfaatan Tanaman Lokal Terhadap Kerawanan Pangan Di Kecamatan Weda Tengah Usman. *Jurnal Pendidikan Dan Ekonomi (JUPEK)*, 6(2), 359–375.
- Lempang, M. (2012). Pohon Aren dan Manfaat Produksinya. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*. <https://doi.org/10.20886/buleboni.4993>
- Lempang, M., & Mangopang, A. D. (2012). Efektivitas Nira Aren sebagai Bahan Pengembang Adonan Roti. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2012.vol1iss1pp26-35>
- Mubarak, M. Z. S., Romdhani, A. M., & Mulyadi, M. N. (2023). Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Pandan (*Pandanus Amaryllifolius*) Terhadap Ph Dan Respons Organoleptik Nira

- Siwalan (Borassus Flabellifer) Selama Penyimpanan. *Journal of Tropical AgriFood*, 5(2), 67–72.
- Qui, N. H. (2023). Baker ' s Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its application on poultry ' s production and health : A review. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 37(1), 213–221. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2022.132912.2146>
- Sholiha, M., Semadi, A. N., & Ganda, P. G. P. (2025). Karakteristik Vinegar Nira Aren terhadap Penambahan Gula dan Lama Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*. <https://doi.org/10.24843/JITPA.2025.v10.i02.p04>
- Wahyono, S. A., & Tobing, L. C. G. L. (2023). Substitusi Tepung Kacang Hijau Dalam Pembuatan Bolu Pandan Kukus. *Jurnal Pariwisata Vokasi*, 4(1), 12–32.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.