ISSN : 2621 - 1475

Kualitas Kimia dan Daya Terima Sensori Roti Sobek dengan Substitusi Tepung Buah Mangrove *Rhizophora mucronata*

Chemical Quality and Sensory Acceptance of Roti Sobek Substituted with Rhizophora mucronata Mangrove Fruit Flour

Steven Yahya*, Lukman Mile, Wila Rumina Nento
Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo Indonesia
Corresponding author*): stevenyahya152003@gmail.com (081143314880)

Cara sitasi: Yahya, S., Mile, L., & Nento, W. R. (2026). Kualitas Kimia dan Daya Terima Sensori Roti Sobek dengan Substitusi Tepung Buah Mangrove *Rhizophora mucronata. Jurnal Fish Protech, 9*(2): 281-293.

ABSTRACT

Indonesia's bakery industry relies heavily on imported wheat, making partial substitution with locally sourced flours increasingly necessary. The fruit of the mangrove Rhizophora mucronata is abundant along the coast of Pohuwato Regency, Gorontalo, and contains carbohydrate and dietary fibre, yet it is rarely used as a food ingredient. This study evaluated the effect of *R. mucronata* fruit flour substitution on the moisture, crude fibre, and carbohydrate contents and on the sensory acceptance of roti sobek (Indonesian pull-apart sweet bread), and determined the substitution level that increases fibre without reducing acceptance. A completely randomised design with four substitution levels (0, 10, 20, and 30% of 400 g total flour) and three replicates was applied. Chemical data were analysed by one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test. Nine-point hedonic data from 25 untrained panellists were analysed by the Friedman test, with Kendall's W as the effect size, followed by Wilcoxon signed-rank tests with Bonferroni correction. Substitution significantly affected all parameters ($p<0.001$). Moisture increased from 12.23 to 33.96%, crude fibre from 1.51 to 4.39%, and carbohydrate from 17.60 to 38.50%, and all treatments met the SNI 8372:2018 moisture limit (≤40%). The 10% level did not differ from the control in any sensory attribute, 20% significantly reduced taste acceptance, and 30% reduced acceptance of all attributes. Taste was the most sensitive attribute (W = 0.620). Based on explicit chemical and sensory criteria, 10% substitution is recommended, as it increased crude fibre by 77% while keeping all hedonic scores in the "like" category.

Keywords: crude fibre, hedonic test, *Rhizophora mucronata*, roti sobek, wheat flour substitution

ABSTRAK

Industri *bakery* nasional sangat bergantung pada gandum impor sehingga substitusi parsial tepung terigu dengan tepung berbahan baku lokal semakin diperlukan. Buah mangrove *Rhizophora mucronata* melimpah di pesisir Kabupaten Pohuwato, Gorontalo, dan mengandung karbohidrat serta serat pangan, tetapi belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh substitusi tepung buah *R. mucronata* terhadap kadar air, kadar serat kasar, kadar karbohidrat, dan daya terima sensori roti sobek, serta menentukan taraf substitusi yang meningkatkan kadar serat tanpa menurunkan daya terima. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat taraf substitusi (0, 10, 20, dan 30% dari total 400 g tepung) dan tiga ulangan. Data kimia dianalisis dengan ANOVA satu arah dan uji lanjut Duncan. Data hedonik skala sembilan titik dari 25 panelis tidak terlatih dianalisis dengan uji Friedman, dengan Kendall W sebagai ukuran efek, dan dilanjutkan uji Wilcoxon signed-rank dengan koreksi Bonferroni. Substitusi berpengaruh sangat nyata terhadap seluruh parameter ($p<0,001$). Kadar air meningkat dari 12,23 menjadi 33,96%, kadar serat kasar dari 1,51 menjadi 4,39%, dan kadar karbohidrat dari 17,60 menjadi 38,50%; seluruh perlakuan memenuhi batas kadar air SNI 8372:2018 (maksimum 40%). Substitusi 10% tidak berbeda nyata dengan kontrol pada seluruh atribut sensori, substitusi 20% menurunkan penerimaan rasa secara nyata, dan substitusi 30% menurunkan penerimaan seluruh atribut. Rasa merupakan atribut paling peka (W = 0,620). Berdasarkan kriteria kimia dan sensori yang dinyatakan

ISSN : 2621 - 1475

secara eksplisit, substitusi 10% direkomendasikan karena meningkatkan kadar serat kasar sebesar 77% dengan seluruh nilai hedonik tetap berada pada kategori "suka".

Kata Kunci: *Rhizophora mucronata*, roti sobek, serat kasar, substitusi tepung terigu, uji hedonik

PENDAHULUAN

Industri *bakery* nasional masih sangat bergantung pada tepung terigu yang bahan bakunya sepenuhnya berasal dari gandum impor, karena kondisi agroklimat tropis Indonesia tidak sesuai bagi budi daya gandum secara komersial (Fadhilah *et al*., 2026). Berdasarkan data Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia (Aptindo), konsumsi tepung terigu nasional pada tahun 2024 mencapai 7,41 juta metrik ton, setara dengan 9,5 juta metrik ton gandum, atau meningkat 8,04% dibandingkan tahun sebelumnya (Rachman & Rizky, 2025), sejalan dengan pergeseran pola konsumsi masyarakat dari pangan berbasis beras dan umbi-umbian ke produk olahan gandum, termasuk roti (Rizqi, 2024). Volume impor gandum nasional dipengaruhi secara dominan oleh nilai tukar dan tingkat produksi negara pengekspor (Pradeksa *et al*., 2016; Hutahaean *et al*., 2026), sehingga ketersediaan dan harga bahan baku industri roti dalam negeri rentan terhadap gejolak eksternal. Substitusi parsial tepung terigu dengan tepung berbahan baku lokal merupakan strategi yang realistis untuk mengurangi ketergantungan tersebut sekaligus meningkatkan nilai gizi produk (Rosulva *et al*., 2021; Hutahaean *et al*., 2026).

Buah mangrove merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo, memiliki ekosistem mangrove yang luas dengan *Rhizophora mucronata* sebagai salah satu jenis penyusunnya. Selama ini masyarakat pesisir lebih banyak memanfaatkan mangrove untuk fungsi ekologisnya, yaitu sebagai pelindung garis pantai dan habitat biota, sedangkan potensinya sebagai bahan baku pangan bernilai tambah belum tergarap (Mile *et al*., 2025a; Mile *et al*., 2025b). Buah *R. mucronata* dilaporkan mengandung karbohidrat dan serat pangan dalam jumlah tinggi serta senyawa bioaktif berupa flavonoid, saponin, tanin, triterpenoid, dan steroid (Mile *et al*., 2021; Ernawati *et al*., 2021; Mongdong *et al*., 2023). Tepung buah *R. mucronata* matang juga terbukti menurunkan kadar glukosa darah tikus diabetes secara nyata (Hardoko *et al*., 2015). Karakteristik tersebut menjadikan tepung buah *R. mucronata* kandidat yang menjanjikan sebagai bahan substitusi parsial tepung terigu untuk meningkatkan kandungan serat produk *bakery*.

Namun demikian, pemanfaatan tepung buah mangrove pada produk roti menghadapi dua kendala yang saling berkaitan. Pertama, kandungan tanin menimbulkan rasa sepat dan pahit sehingga memerlukan tahap detanisasi, melalui perendaman dengan penggantian air secara berkala dan perlakuan panas (Perdana *et al*., 2012; Rosulva *et al*., 2021; Yarangga *et al*., 2025). Kedua, tepung buah mangrove tidak mengandung protein pembentuk gluten, sehingga substitusi mengencerkan jaringan gluten yang berperan menahan gas hasil fermentasi dan membentuk struktur remah (Millar *et al*., 2019; Sumartini *et al*., 2024). Substitusi juga mengubah komposisi kimia produk, terutama kadar air dan kandungan serat (Massie *et al*., 2020; Kinasih *et al*., 2023). Sehingga terdapat tarik-ulur antara peningkatan nilai gizi yang diperoleh dari taraf substitusi tinggi dan penurunan daya terima sensori yang menyertainya, sehingga penetapan taraf substitusi yang tepat menjadi persoalan kunci.

Kajian substitusi tepung buah mangrove sejauh ini sebagian besar dilakukan pada produk non-roti, antara lain kerupuk (Firdani *et al*., 2022), pempek (Potabuga *et al*., 2024), naget ikan (Dhinendra *et al*., 2015), camilan stick (Massie *et al*., 2020), dan es krim (Ernawati *et al*., 2021). Pada produk roti beragi, Sumartini *et al*. (2024) melaporkan bahwa substitusi tepung buah *Sonneratia alba* pada roti tawar meningkatkan kadar serat kasar, tetapi juga meningkatkan kekerasan remah pada taraf substitusi yang lebih tinggi. Temuan tersebut belum dapat digeneralisasi pada *R. mucronata* karena kedua spesies berbeda dalam komposisi kimia dan kandungan taninnya, dan juga belum dapat diterapkan langsung pada roti sobek yang memiliki formulasi serta

ISSN : 2621 - 1475

karakter remah berbeda dari roti tawar. Informasi mengenai batas taraf substitusi tepung buah *R. mucronata* yang masih dapat diterima panelis, serta atribut sensori yang paling peka terhadap substitusi, juga belum tersedia, padahal informasi tersebut diperlukan untuk mengarahkan perbaikan formulasi.

Roti sobek dipilih sebagai produk sasaran karena teksturnya lembut, digemari lintas kelompok usia, dan mutunya memiliki acuan baku pada SNI 8372:2018 tentang Roti Manis (Badan Standardisasi Nasional, 2018). Sepanjang penelusuran penulis, pemanfaatan tepung buah *R. mucronata* pada roti sobek belum pernah dilaporkan. Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga hal, yaitu (1) penerapan tepung buah *R. mucronata* asal pesisir Pohuwato pada roti sobek dengan penekanan pada peningkatan kadar serat kasar, (2) kuantifikasi kepekaan setiap atribut sensori terhadap substitusi menggunakan ukuran efek Kendall W, dan (3) penetapan taraf substitusi terbaik berdasarkan kriteria kimia dan sensori yang dinyatakan secara eksplisit. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh taraf substitusi tepung buah *R. mucronata* terhadap kadar air, kadar serat kasar, kadar karbohidrat, dan daya terima sensori roti sobek, serta menentukan taraf substitusi yang mampu meningkatkan kadar serat kasar tanpa menurunkan daya terima sensori secara nyata dibandingkan kontrol.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian adalah buah mangrove R. mucronata yang dipanen dari kawasan mangrove Desa Pohuwato Timur Kecamatan Marisa Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo, pada bulan Januari 2026. Buah yang digunakan berada pada tingkat kematangan penuh, ditandai oleh hipokotil berwarna cokelat kehijauan yang telah terlepas dari pohon induk. Bahan pembuatan roti meliputi tepung terigu protein tinggi, margarin, ragi instan, susu bubuk, telur ayam, vanila, gula pasir, dan garam, sedangkan asam sitrat food grade digunakan pada pembuatan tepung. Bahan kimia untuk analisis meliputi H_2SO_4 1,25% dan 25%, NaOH 3,25% dan 30%, HCl 3%, CH_3COOH 3%, pereaksi Luff-Schoorl, KI 20%, natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N, indikator pati, etanol 96%, pelarut organik untuk menghilangkan lemak, dan akuades.

Alat yang digunakan meliputi pisau baja tahan karat, oven pengering, blender, ayakan 60 mesh, mixer, rolling pin, loyang roti sobek ukuran 30x40 cm, oven pemanggang merek Kirin KBO-600RA oven listrik, neraca analitik dengan ketelitian 0,0001 g, oven analisis, desikator, tanur, pemanas dengan pendingin tegak (kondensor), kertas saring, corong penyaring, buret, dan peralatan gelas laboratorium.

Metode

Pembuatan Tepung Buah Mangrove

Tepung buah mangrove dibuat mengacu pada prosedur Firdani *et al*. (2022) dan Fattah *et al*. (2025) dengan modifikasi (Gambar 1). Sebanyak 2,5 kg buah utuh disortasi, dicuci, dan dikupas kulitnya, kemudian diiris dengan ketebalan ±1 cm. Irisan buah dicuci dan direndam dalam larutan asam sitrat 0,5% (b/v; 25 g asam sitrat dalam 5 L air) selama 10 menit untuk mencegah pencokelatan enzimatis, lalu di-blanching dengan air panas pada suhu 80 °C selama 10 menit.

Penurunan kadar tanin dilakukan dengan merendam irisan dalam air bersih dengan rasio bahan dan air 1:3 (b/v) selama tiga hari pada suhu ruang dengan penggantian air setiap 24 jam. Irisan kemudian dibilas, ditiriskan, dan dikeringkan menggunakan oven pengering pada suhu 60 °C selama 8 jam hingga bahan mudah dipatahkan. Bahan kering dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Tepung disimpan dalam wadah kedap udara pada suhu ruang hingga digunakan. Rendemen tepung dihitung sebagai persentase bobot tepung terhadap bobot buah utuh; dari 2,5 kg buah diperoleh 630 g tepung atau rendemen sebesar 25,2%. Diagram alir proses disajikan pada Gambar 1.

ISSN : 2621 - 1475



Gambar 1. Proses pembuatan tepung buah mangrove
Sumber: Firdani *et al*. (2022)

Formulasi dan Pembuatan Roti Sobek

Formulasi roti sobek mengacu pada Sumartini *et al*. (2024) dengan modifikasi, menggunakan empat taraf substitusi tepung buah mangrove terhadap total 400 g tepung (Tabel 1). Total bobot tepung dan jumlah air (220 mL) dibuat tetap pada seluruh perlakuan agar perbedaan yang teramati hanya berasal dari perubahan proporsi kedua jenis tepung. Konsekuensinya, hidrasi adonan tidak dioptimasi secara terpisah untuk setiap taraf substitusi. Formulasi lengkap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi adonan roti sobek dengan substitusi tepung buah mangrove

Bahan	P0 (0%)	P1 (10%)	P2 (20%)	P3 (30%)
Tepung terigu (g)	400	360	320	280
Tepung buah mangrove (g)	0	40	80	120
Margarin (g)	20	20	20	20
Ragi instan (g)	1,5	1,5	1,5	1,5
Susu bubuk (g)	10	10	10	10
Telur (g)	40	40	40	40
Air (mL)	220	220	220	220
Vanila (g)	0,7	0,7	0,7	0,7
Gula (g)	10	10	10	10
Garam (g)	2	2	2	2

Sumber: Sumartini *et al*. (2024) yang dimodifikasi

Roti sobek dibuat dengan metode adonan langsung (*straight dough method*). Tepung terigu dan tepung buah mangrove dicampur hingga homogen, kemudian ditambahkan ragi instan, susu bubuk, air, telur, gula, dan vanila, lalu diaduk menggunakan mixer pada kecepatan sedang selama ±15 menit hingga tercampur rata. Garam dan margarin ditambahkan setelah adonan mulai terbentuk, kemudian adonan diuleni hingga kalis, yaitu elastis dan tidak lengket ±15 menit.

Adonan difermentasi selama ±30 menit dalam wadah tertutup plastik pada suhu ruang ±28-30 °C, lalu dikempiskan dan diratakan menggunakan rolling pin. Adonan dibagi menjadi 12 bagian dengan bobot masing-masing ±15 g, dibulatkan, dan disusun berdempetan dalam loyang. Tahap *proofing* dilakukan pada suhu ruang selama ±90 menit hingga volume adonan mencapai sekitar dua kali volume awal. Adonan dipanggang pada suhu 160 °C selama 40 menit, kemudian roti didinginkan pada suhu ruang selama ±30 menit sebelum dianalisis (Sumartini *et al*., 2024). Penampakan roti sobek yang dihasilkan disajikan pada Gambar 2.

ISSN : 2621 - 1475



Gambar 2. Proses pembuatan roti sobek dengan substitusi tepung buah mangrove
Sumber: Sumartini *et al*. 2024 (dimodifikasi tepung mangrove)

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu taraf substitusi tepung buah mangrove terhadap tepung terigu, yang terdiri atas empat taraf: P0 (0%, kontrol), P1 (10%), P2 (20%), dan P3 (30%). Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 12 satuan percobaan. Satu ulangan didefinisikan sebagai satu *batch* pembuatan roti yang diproduksi secara terpisah, mulai dari penimbangan bahan, pencampuran, fermentasi, pembentukan, hingga pemanggangan, dan urutan pembuatan setiap *batch* diacak. Setiap sampel dari masing-masing satuan percobaan dianalisis sebanyak dua kali (duplo) secara independen menggunakan prosedur analisis yang sama. Nilai rata-rata dari kedua hasil analisis digunakan sebagai nilai pengamatan untuk satu satuan percobaan.

Parameter Uji

Sampel untuk analisis kimia diambil dari seluruh bagian roti, yaitu remah dan kerak yang dihaluskan hingga homogen. Kadar air ditentukan secara gravimetri menggunakan oven tidak vakum pada suhu 105 °C selama 16–24 jam sesuai SNI 01-2354.2-2006 (Badan Standardisasi Nasional, 2006b). Kadar serat kasar ditentukan secara gravimetri sesuai SNI 01-2891-1992 butir 11 (Badan Standardisasi Nasional, 1992). Sebanyak 2–4 g sampel yang telah dibebaskan dari lemak dididihkan dalam 50 mL H_2SO_4 1,25% selama 30 menit menggunakan pendingin tegak, kemudian ditambahkan 50 mL NaOH 3,25% dan dididihkan kembali selama 30 menit. Residu disaring, dicuci berturut-turut dengan H_2SO_4 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%, lalu dikeringkan pada suhu 105 °C dan ditimbang hingga bobot tetap. Apabila kadar serat kasar melebihi 1%, residu diabukan pada suhu 550 °C dan bobot abu dikurangkan dari bobot residu.

Kadar karbohidrat ditentukan dengan metode Luff-Schoorl sesuai SNI 01-2891-1992 (Badan Standardisasi Nasional, 1992). Sebanyak 5 g sampel dihidrolisis dengan 200 mL HCl 3% selama 3 jam menggunakan pendingin tegak, didinginkan, dinetralkan dengan NaOH 30%, ditambahkan sedikit CH_3COOH 3%, kemudian diencerkan dalam labu ukur dan disaring. Sebanyak 10 mL filtrat direaksikan dengan 25 mL larutan Luff dan 15 mL akuades, dididihkan selama 10 menit, lalu didinginkan dengan cepat. Setelah ditambahkan 15 mL KI 20% dan 25 mL H_2SO_4 25%, kelebihan Cu^{2+} yang tidak tereduksi dititrasi secara iodometri dengan natrium tiosulfat 0,1 N menggunakan indikator pati, dan kadar gula pereduksi ditentukan berdasarkan tabel Luff-Schoorl. Seluruh hasil analisis kimia dinyatakan dalam basis basah (bb).

Uji hedonik dilakukan mengacu pada SNI 01-2346-2006 (Badan Standardisasi Nasional, 2006a) menggunakan 25 panelis tidak terlatih yang berusia 18–25 tahun, dalam kondisi sehat, tidak memiliki alergi terhadap bahan penyusun roti, dan bersedia mengikuti pengujian secara sukarela. Setiap panelis menilai keempat sampel dalam satu sesi terhadap atribut kenampakan, aroma, tekstur, dan rasa menggunakan skala hedonik sembilan titik, yaitu 1 (amat sangat tidak suka), 2 (sangat tidak suka), 3 (tidak suka), 4 (agak tidak suka), 5 (netral), 6 (agak suka), 7 (suka), 8 (sangat suka), dan 9 (amat sangat suka). Sampel berukuran seragam disajikan dalam wadah berkode tiga digit acak dengan urutan penyajian yang diacak antarpanelis, dan panelis menetralkan indra pengecap

ISSN : 2621 - 1475

dengan air mineral di antara sampel. Sampel uji hedonik berasal dari masing-masing perlakuan P0, P1, P2, dan P3.

Analisis Data

Data kadar air, kadar serat kasar, dan kadar karbohidrat terlebih dahulu diuji normalitas residualnya menggunakan uji Shapiro-Wilk dan homogenitas ragamnya menggunakan uji Levene. Data dinyatakan berdistribusi normal dan memiliki ragam yang homogen apabila nilai $p>0,05$. Data kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) satu arah. Apabila perlakuan berpengaruh nyata ($p<0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%. Koefisien keragaman (KK) dihitung sebagai indikator ketelitian percobaan.

Data hedonik berskala ordinal, dan setiap panelis menilai seluruh sampel sehingga data bersifat berpasangan (*related samples*). Oleh karena itu data hedonik dianalisis menggunakan uji Friedman dengan panelis sebagai blok. Besarnya pengaruh perlakuan dinyatakan dengan koefisien konkordansi Kendall, $W = \chi^2/[n(k-1)]$, dengan n adalah jumlah panelis dan k adalah jumlah perlakuan. Nilai W berkisar antara 0 sampai 1 dan diinterpretasikan sebagai pengaruh kecil (≥0,1), sedang (≥0,3), dan besar (≥0,5) (Tomczak & Tomczak, 2014). Apabila uji Friedman menunjukkan perbedaan nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Wilcoxon signed-rank terhadap keenam pasangan perlakuan. Taraf nyata uji lanjut dikoreksi dengan metode Bonferroni ($\alpha' = 0,05/6 = 0,0083$), dan hasilnya disajikan dalam bentuk notasi huruf. Seluruh analisis dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

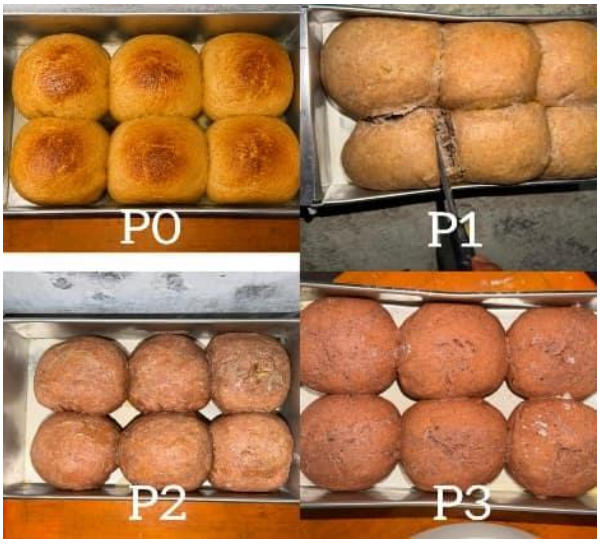
Mutu Kimia Roti Sobek

Hasil analisis mutu kimia roti sobek pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata mutu kimia roti sobek pada setiap perlakuan

Perlakuan	Kadar Air (%)	Serat Kasar (%)	Karbohidrat (%)
P0 (0%)	12,23 ± 1,53	1,51 ± 0,24	17,60 ± 0,10
P1 (10%)	27,52 ± 0,16	2,68 ± 0,24	26,60 ± 0,44
P2 (20%)	27,61 ± 0,15	3,48 ± 0,09	30,57 ± 0,55
P3 (30%)	33,96 ± 0,45	4,39 ± 0,22	38,50 ± 0,10

Keterangan: nilai merupakan rata-rata tiga ulangan ± simpangan baku.

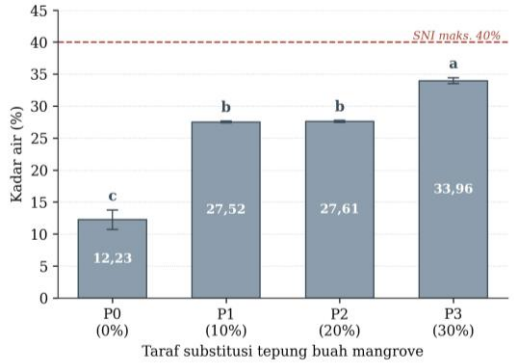


Gambar 3. Roti sobek dengan substitusi tepung buah mangrove (P0: 0%; P1: 10%; P2: 20%; dan P3: 30%)

Kadar air

Kadar air roti sobek berkisar antara 12,23% pada P0 sampai 33,96% pada P3 dan meningkat seiring bertambahnya proporsi tepung buah mangrove. Hasil analisis menunjukkan bahwa taraf substitusi tepung buah mangrove berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air roti sobek ($F = 39,337$; $p < 0,001$), dengan koefisien keragaman sebesar 3,17% yang menunjukkan rendahnya keragaman relatif data percobaan. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan terbentuknya tiga kelompok homogen, yaitu P0 pada kelompok pertama, P1 dan P2 pada kelompok kedua, serta P3 pada kelompok ketiga. P1 dan P2 tidak berbeda nyata, sedangkan P0 berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3. Demikian pula, P3 berbeda nyata dengan P0, P1, dan P2.

ISSN : 2621 - 1475



Gambar 4. Kadar air roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

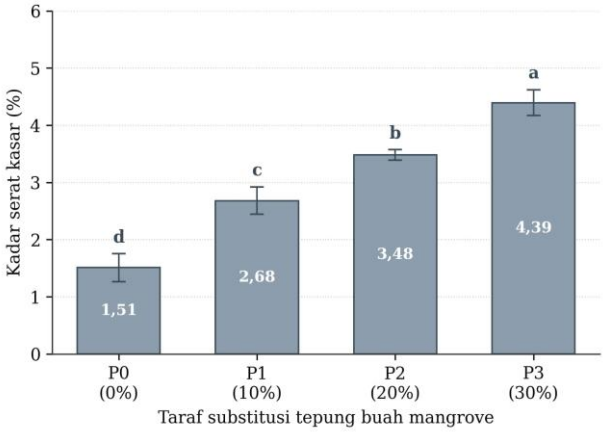
Peningkatan kadar air berkaitan dengan tingginya kandungan serat pada tepung buah mangrove. Serat memiliki banyak gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik sehingga mampu mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen. Selain serat, tepung buah mangrove juga mengandung pati dan polisakarida yang mengembang akibat penyerapan air selama pengadukan dan fermentasi, sehingga retensi air di dalam adonan meningkat. Walaupun sebagian air menguap selama pemanggangan, kemampuan mengikat air dari tepung mangrove menyebabkan sebagian air tetap tertahan di dalam struktur remah roti (Sumartini *et al*., 2024). Millar *et al*. (2019) menyatakan bahwa penggunaan tepung non-terigu pada produk *bakery* umumnya meningkatkan kapasitas penyerapan air adonan sehingga kadar air produk akhir menjadi lebih tinggi dibandingkan penggunaan tepung terigu sepenuhnya. Pola serupa dilaporkan Massie *et al*. (2020) pada camilan stick dan Dhinendra *et al*. (2015) pada naget ikan yang disubstitusi tepung buah mangrove.

Selisih kadar air antara P0 dan P1 tergolong besar, yaitu 15,29 poin persentase, sedangkan selisih antara P1 dan P2 hanya 0,09 poin. Perbedaan yang tajam pada tahap awal substitusi diduga terjadi karena adonan tanpa substitusi memiliki daya ikat air paling rendah sehingga kehilangan air selama pemanggangan berlangsung paling besar, mengingat suhu dan waktu pemanggangan disamakan untuk seluruh perlakuan. Setelah tepung mangrove hadir dalam formulasi, kapasitas pengikatan air meningkat tajam dan selanjutnya bertambah secara lebih bertahap. Kadar air P0 sebesar 12,23% juga lebih rendah dibandingkan kisaran kadar air roti tawar tersubstitusi yang dilaporkan Sumartini *et al*. (2024), yaitu 13,21–17,86%, yang menunjukkan bahwa kontrol pada penelitian ini mengalami kehilangan air relatif besar selama pemanggangan.

Apabila dibandingkan dengan SNI 8372:2018, seluruh perlakuan masih memenuhi persyaratan kadar air maksimum 40% (Badan Standardisasi Nasional, 2018). Substitusi tepung buah mangrove hingga taraf 30% masih menghasilkan roti sobek yang sesuai dengan standar mutu, meskipun perlu diperhatikan bahwa kadar air yang semakin tinggi berpotensi memperpendek umur simpan produk karena meningkatkan ketersediaan air bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Kadar serat kasar

Kadar serat kasar meningkat dari 1,51% pada P0 menjadi 4,39% pada P3, atau hampir tiga kali lipat dibanding kontrol. Analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh sangat nyata (F = 103,452; p<0,001) dengan koefisien keragaman sebesar 6,91%. Uji Duncan menempatkan seluruh perlakuan pada kelompok yang berbeda, sehingga setiap peningkatan taraf substitusi sebesar 10% menghasilkan kenaikan kadar serat kasar yang nyata.



Gambar 5. Kadar air roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

Peningkatan ini berasal dari komponen dinding sel buah mangrove berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang bertahan selama pengolahan menjadi tepung maupun selama pembuatan roti (Firdani *et al*., 2022; Fattah *et al*., 2025). Buah *R. mucronata* dilaporkan mengandung serat pangan dalam jumlah tinggi, yaitu sekitar 29% (Hardoko *et al*., 2015), jauh

ISSN : 2621 - 1475

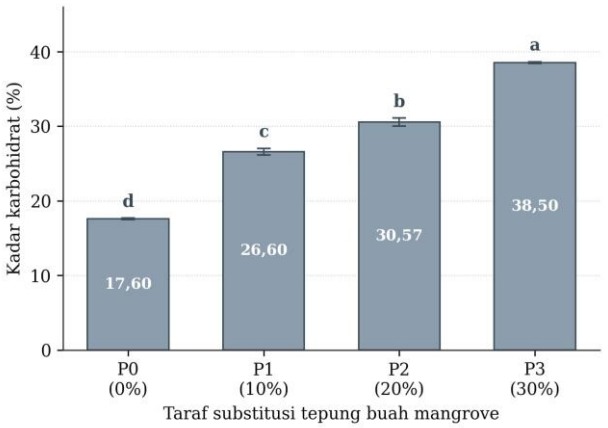
melampaui kandungan serat tepung terigu. Kondisi tersebut diperkuat oleh berkurangnya proporsi tepung terigu yang sebagian besar tersusun atas pati dan protein gluten dengan kandungan serat relatif rendah, sehingga setiap penambahan tepung mangrove secara langsung menaikkan total serat kasar produk. Kecenderungan yang sama dilaporkan Sumartini *et al*. (2024) pada roti tawar tersubstitusi tepung *Sonneratia alba*, dengan kadar serat kasar meningkat dari 2,91% menjadi 8,26% seiring bertambahnya taraf substitusi.

Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah serat kasar, yang secara metodologis berbeda dari serat pangan total. Serat kasar merupakan residu yang tersisa setelah hidrolisis asam dan basa, sehingga sebagian hemiselulosa dan seluruh fraksi serat larut ikut terhidrolisis dan tidak terukur. Akibatnya nilai serat kasar umumnya lebih rendah daripada serat pangan total pada bahan yang sama, dan perbandingan langsung antara keduanya perlu dilakukan dengan hati-hati.

Kenaikan kadar serat kasar ini menjadi dasar ilmiah utama bagi pengembangan roti sobek berbasis mangrove sebagai produk pangan fungsional. Serat pangan berperan memperlambat pengosongan lambung sehingga membantu mengendalikan kenaikan kadar glukosa darah setelah makan, sebagaimana ditunjukkan Hardoko *et al*. (2015) melalui penurunan kadar glukosa darah pada tikus diabetes yang diberi tepung buah *R. mucronata* matang.

Kadar karbohidrat

Kadar karbohidrat meningkat dari 17,60% pada P0 menjadi 38,50% pada P3 dengan pengaruh sangat nyata ($F = 1.765,377$; $p<0,001$) dan koefisien keragaman sebesar 1,27%. Uji Duncan menunjukkan seluruh perlakuan berbeda nyata satu sama lain, sehingga setiap taraf substitusi memberikan perubahan kadar karbohidrat yang terukur.



Gambar 6. Kadar karbohidrat roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

Peningkatan tersebut berkaitan dengan kontribusi komponen karbohidrat pada buah mangrove, yang tersusun atas pati dengan fraksi amilosa dan amilopektin serta polisakarida dinding sel (Fattah *et al*., 2025; Mongdong *et al*., 2023). Buah *R. mucronata* memang dikenal memiliki kandungan karbohidrat yang relatif tinggi sehingga banyak dikaji sebagai bahan baku tepung pengganti sebagian tepung terigu (Hardoko *et al*., 2015). Pola kenaikan kadar karbohidrat ini konsisten dengan kenaikan kadar serat kasar pada perlakuan yang sama, mengingat serat secara kimia termasuk kelompok karbohidrat kompleks, sehingga kedua parameter tersebut saling menguatkan.

Penentuan kadar karbohidrat pada penelitian ini menggunakan metode *Luff-Schoorl*, yang mengukur karbohidrat melalui gula pereduksi hasil hidrolisis dan bukan melalui perhitungan selisih terhadap komponen proksimat lainnya.

Mutu Organoleptik Roti Sobek

Hasil uji Friedman disajikan pada Tabel 3 dan nilai hedonik setiap perlakuan disajikan pada Tabel 4. Substitusi berpengaruh sangat nyata terhadap keempat atribut ($p<0,001$). Nilai Kendall W menunjukkan bahwa pengaruh substitusi tergolong besar pada rasa ($W = 0,620$) dan tekstur ($W = 0,544$), serta sedang pada kenampakan ($W = 0,426$) dan aroma ($W = 0,319$). Dengan kata lain, kesepakatan panelis dalam mengurutkan perlakuan paling kuat pada atribut rasa dan paling lemah pada aroma.

ISSN : 2621 - 1475

Tabel 3. Hasil uji Friedman pada setiap atribut organoleptik (n = 25; k = 4)

Parameter	χ^2	db	Sig. (p)	Kendall W	Besar Pengaruh
Kenampakan	31,961	3	< 0,001	0,426	Sedang
Aroma	23,890	3	< 0,001	0,319	Sedang
Tekstur	40,829	3	< 0,001	0,544	Besar
Rasa	46,506	3	< 0,001	0,620	Besar

Keterangan: $W = \chi^2/[n(k - 1)]$; kriteria besar pengaruh mengikuti Tomczak & Tomczak (2014).

Tabel 4. Nilai hedonik roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

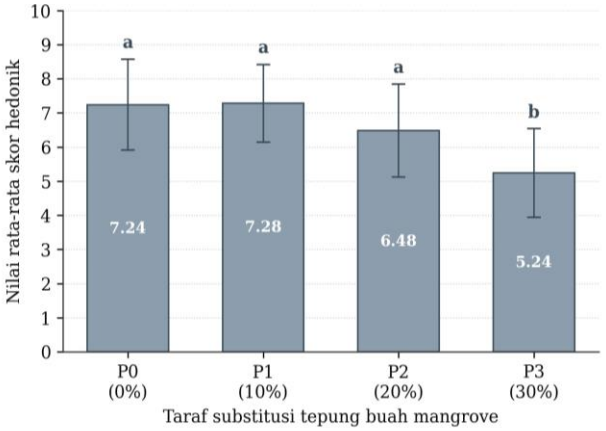
Parameter	P0 (0%)	P1 (10%)	P2 (20%)	P3 (30%)
Kenampakan	7,24 ± 1,33^{a}	7,28 ± 1,14^{a}	6,48 ± 1,36^{a}	5,24 ± 1,30^{b}
Aroma	7,12 ± 1,20^{a}	7,48 ± 0,87^{a}	6,60 ± 1,29^{ab}	5,88 ± 1,05^{b}
Tekstur	6,56 ± 1,50^{ab}	7,36 ± 1,15^{a}	6,20 ± 1,15^{b}	4,76 ± 1,05^{c}
Rasa	7,00 ± 1,35^{a}	7,40 ± 1,19^{a}	5,60 ± 1,29^{b}	4,40 ± 1,19^{c}

Keterangan: nilai merupakan rata-rata ± simpangan baku dari 25 panelis pada skala 1 (amat sangat tidak suka) sampai 9 (amat sangat suka). Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Wilcoxon signed-rank dengan koreksi Bonferroni ($p<0,0083$).

Secara umum, nilai hedonik P0 dan P1 berada di sekitar kategori "suka" (6,56–7,48), sedangkan P3 menunjukkan penurunan hingga berada di bawah kategori "netral" pada atribut tekstur (4,76) dan rasa (4,40). Berdasarkan respons panelis terhadap keempat atribut, rasa menunjukkan perubahan nilai hedonik paling besar, diikuti oleh tekstur, kenampakan, dan aroma. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan taraf substitusi tepung buah mangrove dari P0 hingga P3 memberikan respons hedonik yang berbeda pada masing-masing atribut, dengan perubahan paling nyata terlihat pada atribut rasa dan tekstur.

1. Kenampakan

Nilai kenampakan P0 (7,24) dan P1 (7,28) hampir sama, diikuti P2 (6,48) dan P3 (5,24). Uji lanjut menunjukkan bahwa P0, P1, dan P2 tidak berbeda nyata, sedangkan P3 berbeda nyata terhadap ketiganya ($\chi^2 = 31,961$; $p<0,001$; $W = 0,426$). Penurunan penerimaan kenampakan pada P3 diduga berkaitan dengan warna kecokelatan tepung buah mangrove yang berasal dari senyawa fenolik, terutama tanin, sehingga remah roti menjadi lebih gelap (Gambar 3). Reaksi Maillard selama pemanggangan kemungkinan turut memperkuat warna gelap tersebut. Sumartini et al. (2024) melaporkan kecenderungan serupa, yaitu warna crumb roti yang semakin gelap seiring bertambahnya taraf substitusi tepung buah mangrove.



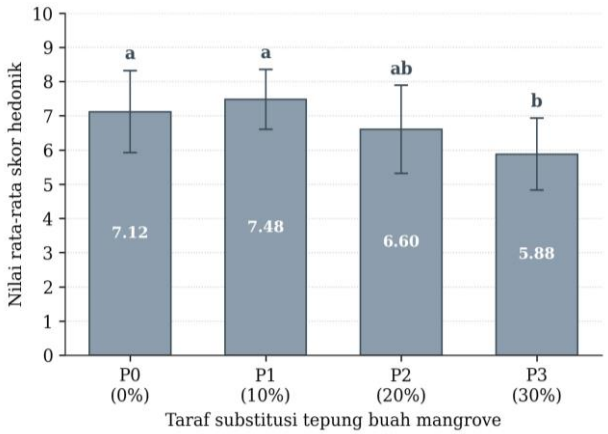
Gambar 7. Nilai kenampakan roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

2. Aroma

Nilai aroma tertinggi diperoleh pada P1 (7,48) dan terendah pada P3 (5,88) ($\chi^2 = 23,890$; $p<0,001$; $W = 0,319$). P0, P1, dan P2 tidak berbeda nyata satu sama lain, sedangkan P3 berbeda nyata terhadap P0 dan P1. P2 berada pada posisi peralihan karena tidak berbeda nyata baik terhadap kelompok bernilai tinggi maupun terhadap P3, sehingga penurunan penerimaan aroma baru nyata pada taraf 30%.

Aroma merupakan atribut yang paling tidak peka terhadap substitusi. Hal ini diduga karena aroma khas roti yang terbentuk selama fermentasi ragi serta reaksi Maillard dan karamelisasi selama pemanggangan cukup dominan untuk menutupi aroma khas tepung mangrove pada taraf substitusi rendah hingga sedang. Kehadiran vanila dan susu bubuk dalam formulasi juga berpotensi membantu menyamarkan aroma bahan baku. Pada taraf 30%, kontribusi aroma tepung mangrove tampaknya sudah cukup besar untuk dikenali panelis.

ISSN : 2621 - 1475

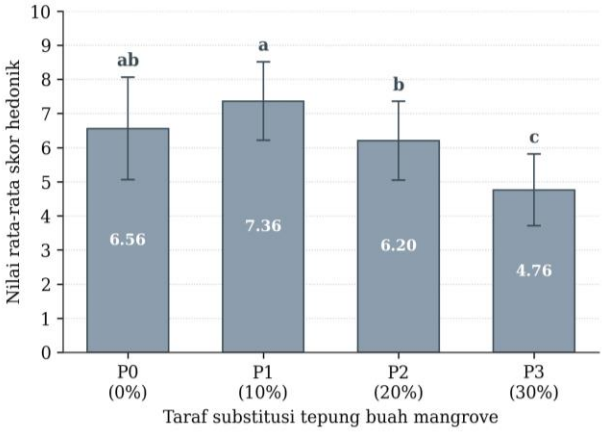


Gambar 8. Nilai aroma roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

3. Tekstur

Substitusi berpengaruh besar terhadap tekstur (χ^2 = 40,829; p<0,001; W = 0,544). Nilai tertinggi diperoleh pada P1 (7,36) dan terendah pada P3 (4,76). P1 berbeda nyata terhadap P2 dan P3, dan P2 berbeda nyata terhadap P3. Sementara itu, P0 tidak berbeda nyata terhadap P1 maupun P2, tetapi berbeda nyata terhadap P3. Dibandingkan kontrol, penurunan penerimaan tekstur baru nyata pada taraf substitusi 30%.

Penurunan tajam pada P3 berkaitan dengan berkurangnya proporsi gluten dalam adonan, karena tepung buah mangrove tidak mengandung protein pembentuk gluten. Pengenceran gluten melemahkan struktur viskoelastis adonan sehingga kemampuannya menahan gas hasil fermentasi berkurang, volume pengembangan menurun, dan remah menjadi lebih padat (Millar *et al*., 2019). Sumartini *et al*. (2024) juga melaporkan peningkatan kekerasan (*hardness*) roti tawar dari 20,92 N menjadi 68,45 N seiring bertambahnya taraf substitusi tepung buah mangrove.



Gambar 9. Nilai tekstur roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

Nilai tekstur P1 secara numerik lebih tinggi daripada kontrol, tetapi perbedaannya tidak nyata, sehingga belum dapat disimpulkan bahwa substitusi 10% memperbaiki tekstur. Kecenderungan tersebut mungkin berkaitan dengan kadar air P1 (27,52%) yang lebih tinggi daripada P0 (12,23%), sehingga remah P1 terasa lebih lembap dan lembut, sedangkan remah P0 cenderung kering.

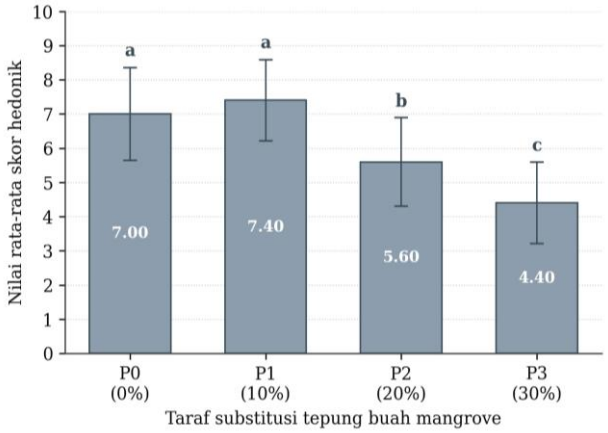
4. Rasa

Rasa merupakan atribut yang paling peka terhadap substitusi (χ^2 = 46,506; p<0,001; W = 0,620). Nilai tertinggi diperoleh pada P1 (7,40) dan terendah pada P3 (4,40). P0 dan P1 tidak berbeda nyata, sedangkan seluruh pasangan perlakuan lainnya berbeda nyata. Berbeda dengan atribut lainnya, penurunan penerimaan rasa dibandingkan kontrol sudah nyata pada taraf substitusi 20%.

Penurunan penerimaan rasa diduga berkaitan dengan tanin yang menimbulkan sensasi sepat dan pahit. Tanin mengikat protein saliva dan glikoprotein pada permukaan rongga mulut sehingga menimbulkan sensasi astringen. Proses pembuatan tepung pada penelitian ini telah mencakup beberapa tahap untuk menurunkan kadar tanin, yaitu pengupasan kulit hipokotil tempat sebagian besar tanin terkonsentrasi (Rosulva *et al*., 2021), pengirisan untuk memperluas bidang kontak dengan air perendam, *blanching*, serta perendaman selama tiga hari dengan penggantian air setiap 24 jam untuk menjaga gradien konsentrasi tanin antara bahan dan air perendam. Perdana *et al*. (2012)

ISSN : 2621 - 1475

melaporkan bahwa lama perendaman dan penggantian air berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar tanin buah dan tepung mangrove, dengan penurunan sekitar 28% pada kondisi optimum, sedangkan Permadi *et al*. (2012) menunjukkan bahwa waktu perendaman juga memengaruhi kandungan gizi tepung. Di sisi lain, tanin sisa tetap bertambah seiring meningkatnya proporsi tepung mangrove dalam formulasi, sehingga intensitas rasa sepat kemungkinan meningkat pada taraf substitusi tinggi. Temuan ini sejalan dengan Firdani *et al*. (2022) yang melaporkan bahwa produk berbasis tepung buah *R. mucronata* dengan mutu organoleptik terbaik diperoleh pada taraf substitusi yang relatif rendah.



Gambar 10. Nilai rasa roti sobek pada berbagai taraf substitusi tepung buah mangrove

Penentuan Taraf Substitusi Terbaik

Penetapan taraf substitusi terbaik memerlukan penimbangan antara peningkatan nilai fungsional dan mempertahankan daya terima konsumen. Dari sisi mutu kimia, taraf substitusi tertinggi memberikan kadar serat kasar terbesar sehingga paling menguntungkan. Namun dari sisi sensori, taraf tersebut justru menghasilkan penurunan penerimaan yang nyata pada seluruh atribut.

Seluruh perlakuan memenuhi kriteria kadar air, tetapi hanya P0 dan P1 yang memenuhi kriteria sensori. P2 gagal karena penerimaan rasanya lebih rendah secara nyata dibandingkan kontrol dan berada di bawah kategori "agak suka", sedangkan P3 gagal pada seluruh atribut. Di antara P0 dan P1, P1 memiliki kadar serat kasar lebih tinggi, yaitu 2,68% atau naik 77% dibandingkan kontrol. Selain itu, P1 memperoleh nilai rata-rata tertinggi pada keempat atribut, meskipun perbedaannya dengan kontrol tidak nyata. Oleh karena itu, substitusi 10% ditetapkan sebagai taraf terbaik karena meningkatkan kadar serat kasar tanpa menurunkan daya terima sensori. Hasil ini sejalan dengan Sumartini *et al*. (2024) yang melaporkan bahwa roti tawar dengan substitusi tepung buah mangrove 10% memperoleh tingkat kesukaan panelis tertinggi.

Taraf 20% dapat dipertimbangkan apabila peningkatan kadar serat menjadi prioritas, karena kadar serat kasarnya mencapai 3,48% (naik 130% dibandingkan kontrol) dan penerimaan kenampakan, aroma, serta teksturnya tidak berbeda nyata dengan kontrol. Kelemahan utamanya terletak pada atribut rasa, sehingga penerapan taraf ini memerlukan upaya perbaikan, misalnya optimasi proses detanisasi, penambahan gula atau perisa untuk menyamarkan rasa sepat, serta optimasi jumlah air adonan atau penggunaan pengemulsi untuk mempertahankan kelembutan remah.

KESIMPULAN

Substitusi tepung buah mangrove *Rhizophora mucronata* berpengaruh sangat nyata ($p<0,001$) terhadap kadar air, kadar serat kasar, kadar karbohidrat, dan seluruh atribut organoleptik roti sobek. Kadar air meningkat dari 12,23% menjadi 33,96%, kadar serat kasar dari 1,51% menjadi 4,39%, dan kadar karbohidrat (metode Luff-Schoorl) dari 17,60% menjadi 38,50%. Seluruh perlakuan memenuhi persyaratan kadar air SNI 8372:2018 (maksimum 40%). Dibandingkan kontrol, substitusi 10% tidak menurunkan penerimaan panelis secara nyata pada seluruh atribut, substitusi 20% menurunkan penerimaan rasa secara nyata, dan substitusi 30% menurunkan penerimaan kenampakan, aroma, tekstur, dan rasa. Rasa merupakan atribut yang paling peka terhadap substitusi (Kendall W = 0,620), diikuti tekstur (W = 0,544).

Berdasarkan kriteria kimia dan sensori yang ditetapkan, substitusi 10% merupakan taraf terbaik karena meningkatkan kadar serat kasar sebesar 77% dibandingkan kontrol dengan seluruh nilai hedonik tetap berada pada kategori "suka". Penelitian lanjutan disarankan mencakup analisis proksimat lengkap dan serat pangan total, pengukuran kadar tanin tepung dan

produk akhir, pengujian sifat fisik (volume spesifik, warna, dan tekstur instrumental), evaluasi umur simpan, serta optimasi formulasi untuk taraf substitusi 20%.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Fakultas Kelautan dan Teknologi Perikanan atas pembiayaan penelitian ini melalui Dana BLU FKTP UNG Tahun 2026 skema Riset Akselerasi Kolaborasi Perguruan Tinggi (RAKPT) dengan nomor kontrak 1486/UN47.B10/PT.01.03/2026.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (1992). SNI 01-2891-1992: Cara uji makanan dan minuman. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2006a). SNI 01-2346-2006: Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2006b). SNI 01-2354.2-2006: Cara uji kimia – Bagian 2: Penentuan kadar air pada produk perikanan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI 8372:2018: Roti manis. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Dhinendra, N. P. A., Dewi, N. E., & Romadhon. (2015). Substitusi tepung buah mangrove (Bruguiera gymnorrhiza) terhadap sifat fisika dan kimia naget ikan kurisi (Nemipterus nematophorus). Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology, 11(1), 57–61. https://doi.org/10.14710/ijfst.11.1.57-61.

Ernawati, Utami, C. R., Nuswardhani, S. K., Adam, M. A., & Widiastuti, I. M. (2021). Pengaruh penambahan tepung buah mangrove tinjang (Rhizophora sp.) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan es krim. Jurnal Techno-Fish, 5(2), 106–117. https://doi.org/10.25139/tf.v5i2.4406.

Fadhilah D, Cahyana C, & Dahlia M. (2026). Pengaruh Penggunaan Tepung Komposit Porang dan Mocaf Terhadap Sifat Fisik dan Mutu Sensoris Bolu Gulung. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan 12(3.B):86–91. https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/12665.

Fattah, N., Suryani, A., & Rahim, A. (2025). Analisis pemanfaatan buah mangrove Rhizophora mucronata sebagai bahan pangan alternatif. Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik, 9(2), 1–12.

Firdani, F., Mile, L., & Yusuf, N. (2022). Substitusi tepung buah mangrove Rhizophora mucronata dan tepung tapioka terhadap mutu organoleptik dan kadar tanin kerupuk. Jambura Fish Processing Journal, 4(1), 1–10.

Hardoko, Suprayitno, E., Puspitasari, Y. E., & Amalia, R. (2015). Study of ripe Rhizophora mucronata fruit flour as functional food for antidiabetic. International Food Research Journal, 22(3), 953–959.

Hutahaean, S., Yusiana, E., & Wicaksana, I. (2026). Analisis trend impor gandum dan faktor yang memengaruhi impor gandum Indonesia dari 5 negara mitra impor 2003–2023. Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian, 14(1), 70–86. https://doi.org/10.35138/paspalum.v14i1.1047

Kinasih, Z., Novidahlia, N., & Kurniawan, M. F. (2023). Karakteristik kimia dan sensori roti kering bagelen substitusi tepung kacang arab (Cicer arietinum). Jurnal Agroindustri Halal, 9(3):343–54. doi:10.30997/jah.v9i3.10015.

Massie, T., Pandey, E. V., Lohoo, H. J., Mentang, F., Mewengkang, H., Onibala, H., & Sanger, G. (2020). Substitusi tepung buah mangrove Bruguiera gymnorrhiza pada camilan stick. Media Teknologi Hasil Perikanan, 8(3), 93–99. https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29434.

Mile, L., Nento, W. R., & Dali, F. A. (2021). Studi fitokimia buah mangrove (Rhizophora mucronata) di Desa Langge Kabupaten Gorontalo Utara. Jambura Fish Processing Journal, 3(1), 1–10.

Mile, L., Pasisingi, N., Koniyo, Y., Hamzah, S. N., Sulistijowati, R., Naiu, A. S. et al. (2025a). Penanaman Mangrove sebagai Upaya Konservasi Ekosistem Mangrove di Desa Tabulo Selatan Kabupaten Boalemo. Jurnal Dinamika Pengabdian, 10(2):242–252. doi:10.20956/jdp.v10i2.42023.

ISSN : 2621 - 1475

Mile, L., Naiu, A S., & Nento, W. R. (2025b). Inovasi produk keripik daun mangrove di Desa Tabulo Selatan Mananggu, Boalemo. Jurnal Abdi Insani, 12(6):2686–2692. doi:10.29303/abdiinsani.v12i6.2169.

Millar, K. A., Barry-Ryan, C., Burke, R., McCarthy, S., & Gallagher, E. (2019). Dough properties and baking characteristics of white bread as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 56, 102189. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102189.

Mongdong, P. I. T., Mokosuli, Y. S., & Ogi, N. L. I. M. (2023). The nutritional content found in Rhizophora mangrove fruits in Sondaken Village, Tatapaan Subdistrict, South Minahasa. Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus, 9(3), 514–521. https://doi.org/10.36987/jpbn.v9i3.4468.

Perdana, Y. S., Soenardjo, N., & Supriyantini, E. (2012). Pengaruh kadar abu gosok selama perebusan dan lama perendaman air terhadap kadar tanin buah dan tepung mangrove (Avicennia marina). Journal of Marine Research, 1(2), 226–234.

Permadi, Y. B., Sedjati, S., & Supriyantini, E. (2012). Pengaruh konsentrasi abu gosok dan waktu perendaman air terhadap kandungan nutrisi tepung buah mangrove Avicennia marina. Journal of Marine Research, 1(1), 39–47.

Potabuga, C., Mile, L., & Yusuf, N. (2024). Mutu Kimia Dan Organoleptik Pempek Ikan Lele dengan Subtitusi Tepung Buah Mangrove (Rhizophora mucronata). Research Review Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 3(1):20–8.

Pradeksa, Y., Darwanto, D. H., & Masyhuri. (2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi impor gandum Indonesia. Agro Ekonomi, 25(1).

Rachman A., & Rizky M. (2025). BPS Lapor Impor Gandum Cs Nyaris Nol, Bos Pengusaha Terigu Buka Suara. CNBC Indonesia.

Rizqi, A. H. (2024). Analisis tren impor gandum dan faktor-faktor yang mempengaruhi. AGRISTA, 12(3), 14–24.

Rosulva, I., Purnomo, E. H., Sitanggang, A. B., & Kusnandar, F. (2021). Potensi buah mangrove sebagai sumber pangan alternatif. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 14(2), 131–150. https://doi.org/10.20961/jthp.v14i2.55509.

Sumartini, Ratrinia, P. W., Suryono, M., & Shalichaty, S. F. (2024). Pengaruh substitusi tepung buah mangrove (Sonneratia alba) terhadap karakteristik fisikokimiawi dan sensori roti tawar. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 27(8), 675–689. https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.52210.

Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited: An overview of some recommended measures of effect size. Trends in Sport Sciences, 21(1), 19–25.

Yarangga, N. I., Antoh, A. A., & Aisoi, L. E. (2025). Pemanfaatan Mangrove Sebagai Bahan Olahan Pangan di Kampung Anggraidi. Novaeguinea: Jurnal Biologi, Terapan, dan Pendidikan, 16(1):357–63.