

PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG BUAH MANGROVE (*Sonneratia alba*) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIAWI DAN SENSORI ROTI TAWAR

Sumartini, Nirmala Efri Hasibuan*, Aulia Azka, Putri Wening Ratrinia, Muh. Suryono

Program Studi Pengolahan Hasil Laut, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai
Jalan Wan Amir No 1, Pangkalan sesai, Dumai Barat, Provinsi Riau, Indonesia 28826

Diterima: 11 Desember 2023/Disetujui: 9 Juli 2024

*Korespondensi: nirmala.efrihsb@gmail.com

Cara sitasi (APA Style 7th): Sumartini, Hasibuan, N. E., Azka, A., Ratrinia, P. W., & Suryono, M. (2024). Pengaruh substitusi tepung buah mangrove (*Sonneratia alba*) terhadap karakteristik fisikokimiawi dan sensori roti tawar. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(8), 654-670. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.52210>

Abstrak

Roti tawar adalah produk makanan berbahan baku tepung terigu yang memiliki kandungan gluten tinggi. Gluten dapat berdampak negatif bagi kesehatan terutama pada individu dengan kondisi kesehatan tertentu, yaitu penyakit seliak, intoleransi gluten yang bersifat nonseliak, dan penyakit usus lainnya. Tepung alternatif diperlukan untuk mengurangi kandungan gluten pada roti tawar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik substitusi tepung buah mangrove terhadap roti tawar berdasarkan karakteristik sensori dan daya kembang. Perlakuan pembuatan roti tawar melalui substitusi tepung terigu dengan tepung buah mangrove, yaitu 0, 10, 20, 30, dan 40%. Parameter yang dianalisis meliputi proksimat, kadar serat kasar, daya kembang, *hardness*, *cohesiveness*, dan hedonik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi kimia roti tawar, yaitu kadar air 13,21-17,86%, lemak 9,53-14,51%, protein 5,28-8,5%, abu 1,64-1,84%, karbohidrat 60,57-67,13%, serat kasar 2,91-8,26%, daya kembang 100,35-137,70%, nilai *hardness* 20,92-68,45 N, dan *cohesiveness* 0,58-0,82. Makin tinggi konsentrasi tepung buah mangrove pada roti tawar, maka makin menurunkan tingkat kesukaan panelis. Roti tawar substitusi tepung buah mangrove 10% memiliki tingkat kesukaan panelis tertinggi dengan rasa yang gurih, aroma harum, tekstur lembut, warna *crust* coklat kekuningan dan *crumb* putih krim dan memiliki daya kembang yang baik.

Kata kunci: gluten, *hardness*, hedonik, proksimat, serat

Effect of Mangrove (*Sonneratia alba*) Fruit Flour Substitution on the Physicochemical and Sensory Characteristics of White Bread

Abstract

White bread is a food product made from wheat flour with high gluten content. Gluten can have a negative impact on health, especially in individuals with certain health conditions, such as celiac disease, non-celiac gluten intolerance, and other intestinal diseases. Alternative flour is needed to reduce the gluten content in white bread. This study aimed to determine the best concentration of mangrove fruit flour as a substitute for white bread, based on sensory characteristics and swelling power. The treatment for making white bread is to substitute wheat flour with mangrove fruit flour, namely, 0, 10, 20, 30, and 40%. The parameters analyzed included proximate and crude fiber content, swelling power, hardness, cohesiveness, and hedonicity. The results showed that the chemical composition of white bread was 13.21-17.86%, fat 9.53-14.51%, protein 5.28-8.5%, ash 1.64-1.84%, carbohydrates 60.57-67.13%, crude fiber 2.91-8.26%, swelling power 100.35-137.70%, hardness value 20.92-68.45 N, and cohesiveness 0.58-0.82. The higher the concentration of mangrove fruit flour in white bread, the lower the preference of panelists. White bread had a 10% substitution for mangrove fruit flour with the highest level of panelist preference, with a savory taste, fragrant aroma, soft texture, yellowish-brown crust color, creamy white crumb, and good swelling power.

Keywords: fiber, gluten, hardness, hedonic, proximate

PENDAHULUAN

Roti tawar adalah produk roti yang adonannya terbuat dari tepung terigu atau tepung lainnya, lemak, gula dan air yang mengalami fermentasi dengan ragi roti sebagai bahan pengembang (BPOM, 2023). Helingo *et al.* (2022) menyatakan bahwa roti yang baik harus memiliki volume yang cukup, penampilan menarik baik dari segi bentuk dan warna, terdapat *crumb* (remah) yang halus dan berongga merata, serta pada saat dikunyah berakhir menjadi lunak. Kualitas akhir roti yang dihasilkan dipengaruhi oleh sifat masing-masing bahan, cara membuat adonan, serta waktu fermentasi yang digunakan. Kualitas roti dipengaruhi pula oleh tekstur dan daya kembang. Tekstur dan daya kembang sangat dipengaruhi oleh keberadaan gluten (Pawiwara *et al.*, 2023).

Komponen utama yang terkandung dalam roti tawar adalah tepung terigu. Gluten biasanya ditemukan pada tepung terigu. Konsumsi bahan makanan yang mengandung gluten berdampak negatif bagi kesehatan terutama pada individu dengan kondisi kesehatan tertentu di antaranya penderita penyakit *celiac* dengan gejala diare, konstipasi, dan perut kembung (Arifin *et al.*, 2023). Konsumsi gluten yang berlebih juga menyebabkan penderita mengalami anemia, osteoporosis, penyakit saraf, kulit, dan jantung. Inovasi mensubstitusikan bahan lain sebagai pengganti tepung terigu perlu dilakukan. Beberapa penelitian terkait pembuatan roti tawar dengan bahan pengganti sudah dilakukan, yaitu roti tawar ampas kelapa (Pusuma *et al.*, 2018), kedelai (Pratama *et al.*, 2021), tepung kulit pisang kepok (Handayani *et al.*, 2022), sari bit (Yunita *et al.*, 2014) untuk meningkatkan nilai nutrisi roti tawar, dan serbuk daun mangrove untuk meningkatkan kualitas dan umur simpan roti tawar (Sumartini *et al.*, 2022).

Buah mangrove telah banyak diteliti karena mengandung senyawa aktif antioksidan (Jacoeb *et al.*, 2013; Sudirman *et al.*, 2016; Gazali *et al.*, 2019). Buah mangrove juga telah diaplikasikan pada produk pangan di antaranya produk mi (Sumartini & Ratrinia, 2022; Muhammad *et al.*, 2022; Harepa *et*

al., 2022), biskuit (Jariyah *et al.*, 2014), *stick* (Massie *et al.*, 2020), naget (Dhinendra *et al.*, 2015), es krim (Ernawati, 2021), minuman sari buah pedada (Dari & Junita, 2020), dan kopi analog (Nusaibah *et al.*, 2022). *Sonneratia* sp. merupakan spesies mangrove yang telah banyak diteliti sebagai bahan pangan. *Sonneratia* sp. memiliki kandungan gizi yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan. Kandungan gizi pada 100 g buah mangrove (*Sonneratia caseolaris*), yaitu vitamin A 11,21 RE, vitamin B 5,04 mg, vitamin B2 7,65 mg dan vitamin C 56,74 mg (Dari *et al.*, 2020). Komposisi kimia pada *Sonneratia* sp., yaitu kadar air (bb) 84,76%, abu (bk) 8,4%, lemak (bk) 4,82%, protein (bk) 9,21% dan karbohidrat (bk) 77,57% (Manalu *et al.*, 2013). Buah *Sonneratia* sp. juga memiliki keistimewaan berupa kandungan senyawa metabolit sekunder di antaranya alkaloid, tannin, fenolik, steroid, tripenoid, dan flavonoid (Rout, 2022). Senyawa aktif pada *Sonneratia* sp. berperan sebagai antioksidan (Ramadani *et al.*, 2020), antitumor, pelindung hati, antibakteri, dan antidiabetes (Liu *et al.*, 2023). Penelitian terkait substitusi tepung buah mangrove *Sonneratia* sp. pada roti tawar belum dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik substitusi tepung buah mangrove terhadap roti tawar berdasarkan karakteristik sensori dan daya kembang.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Tepung Buah Mangrove

Buah mangrove (*Sonneratia alba*) diperoleh dari Bandar Bakau Dumai, Riau. Pembuatan tepung buah mangrove mengacu pada metode (Jariyah & Nurismanto, 2016). Buah mangrove dikupas dan dicuci hingga bersih, direbus pada suhu 80°C selama 5 menit, dilumatkan, disaring hingga didapatkan bubur buah, dan dikeringkan menggunakan *cabinet drying* (Memmert, Jerman) dengan suhu 50-60°C selama 15-18 jam. Hasil pengeringan dihaluskan menggunakan blender (Philips HR2116, Belanda), diayak dengan ayakan ukuran 80 *mesh* dan tepung mangrove siap digunakan.

Pembuatan Roti Tawar

Tepung terigu dan tepung buah mangrove dicampurkan ke dalam wadah dengan rasio sesuai dengan formulasi pada *Table 1*. Bahan ragi, susu bubuk, air, telur, dan gula dimasukkan ke dalam wadah yang telah terisi tepung campuran dan diaduk hingga merata. Garam dan mentega putih dimasukkan ke dalam adonan yang sudah tercampur, diuleni hingga menjadi adonan yang kalis, dan didiamkan untuk proses fermentasi selama 30 menit. Fermentasi dilakukan dengan menutup adonan menggunakan plastik hingga rapat agar tidak ada udara yang masuk. Adonan yang sudah mengembang digilas dengan *rolling pin* dan dicetak di dalam loyang khusus roti tawar. Penggilasan bertujuan agar sebagian udara yang terdapat di dalam adonan dapat keluar. Adonan didiamkan kembali (*proofing*) pada suhu kamar selama 90 menit di dalam loyang lalu ditutup menggunakan plastik. Proses *proofing* dilakukan untuk mengembangkan adonan hingga mencapai bentuk dan mutu yang baik. Selanjutnya, adonan dipanggang pada suhu 160°C selama 40 menit menggunakan pemanggang oven. Roti tawar yang telah mengalami proses pengovenan dikeluarkan dari loyang kemudian didinginkan (Pusuma *et al.*, 2018). Formulasi roti tawar dapat dilihat pada *Table 1*.

Analisis Proksimat

Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode *thermogravimetric* mengacu

pada *Association of Official Analytical Chemists* (2000). Kadar abu menggunakan *furnace* dengan metode gravimetri (AOAC, 2000). Penentuan kandungan lemak pada bahan dengan metode *soxhlet* (AOAC, 2005). Pengukuran kandungan protein menggunakan metode kjeldahl (AOAC, 2005). Analisis karbohidrat dilakukan berdasarkan *by difference*.

Uji Kadar Serat Kasar (AOAC, 2005)

Tepung ditimbang sebanyak 2 g dan diekstraksi menggunakan *soxhlet* untuk memisahkan sampel dalam pelarut organik. Sampel dikeringkan dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL. Larutan H₂SO₄ 1,25% 50 mL ditambahkan dan dididihkan selama 30 menit menggunakan pendingin tegak. NaOH 3,25% 50 mL ditambahkan dan dididihkan selama 30 menit. Dalam keadaan panas, larutan disaring dengan corong Buchner dilapisi kertas saring tak berabu yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Endapan yang terdapat pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan H₂SO₄ 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%. Kertas saring diangkat beserta isinya, dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya, dikeringkan pada suhu 105°C kemudian didinginkan dan ditimbang sampai bobot tetap menggunakan rumus berikut.

Table 1 White bread formulation with substitution of mangrove (*S. alba*) fruit flour

Tabel 1 Formulasi roti tawar substitusi tepung buah mangrove (*S. alba*)

Ingredients (g) (w/v)	0%	10%	20%	30%	40%
Wheat flour	400.0	360.0	320.0	280.0	240.0
Mangrove fruit flour	0.0	40.0	80.0	120.0	160.0
Butter	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Yeast	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Milk powder	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Eggs	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Water	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0
Sugar	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Salt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

$$\text{Kadar serat (\%)} = \frac{A-B}{C}$$

Keterangan:

A = berat kertas saring akhir (g)

B = berat kertas saring awal (g)

C = berat sampel (g)

Analisis Daya kembang (Bakri, 1990)

Daya kembang merupakan perbandingan kenaikan volume roti tawar dengan volume adonan awal. Pengukuran volume cetakan dilakukan dengan memasukkan *millet* dalam cetakan adonan sampai permukaan rata, setelah itu *millet* diukur volumenya dengan gelas ukur dan dicatat sebagai V_1 . Volume adonan sebelum dioven dilakukan pengukuran menggunakan cetakan yang sudah diketahui volumenya (V_1), kemudian adonan dimasukkan ke dalam cetakan dan mengisinya dengan *millet* sampai batas yang penuh dan dicatat volumenya sebagai V_2 . Pengukuran volume roti yang telah dioven dengan memasukkan *millet* pada wadah yang berisi roti tawar sampai tanda batas penuh, kemudian *millet* diukur pada gelas ukur sebagai V_3 .

$$\text{Daya kembang (\%)} = \frac{A-B}{B}$$

Keterangan:

A = volume roti tawar (mL)

B = volume adonan (mL)

Analisis Profil Tekstur (TPA) (Scheuer *et al.*, 2016)

Analisis profil tekstur digunakan untuk menentukan kekerasan, kelenturan, kekompakan, dan kekenyalan suatu produk. Analisis kekerasan (*hardness*) dan kekompakan (*cohesiveness*) dilakukan dengan modifikasi di empat replikasi menggunakan penganalisa tekstur (model TA. TX plus, Stable Micro System, Inggris) dilengkapi dengan sel beban 5 kg dalam ukuran gaya kompresi mode dengan probe silinder (diameter 50 mm). Kecepatan sebelum dan sesudah pengujian adalah 2,0 mm/s, sedangkan pengujian kecepatan 1,0 mm/s. Kekerasan roti tawar dievaluasi menggunakan penganalisa tekstur TA. TX plus dengan probe aluminium 50 mm dengan penetrasi mode. Kecepatan pra-uji 1 mm/s, kecepatan uji 1 mm/s dan kecepatan *post-test* 2 mm/s. Lima perlakuan roti tawar

diukur untuk menentukan kekuatan puncak maksimum yang merupakan kekerasan.

Uji Hedonik (SNI 01-2346:2015)

Sampel disajikan secara bersamaan kepada 30 orang panelis tidak terlatih. Penilaian menggunakan skor 1-5 untuk masing-masing parameter ketampakan, aroma, tekstur dan rasa. Skor penilaian uji hedonik dikategorikan sebagai berikut: sangat suka (5), suka (4), netral (3), tidak suka (2), dan sangat tidak suka (1).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS Versi 25 dengan *ANOVA One Way* pada selang kepercayaan 95%. Uji lanjut dilakukan dengan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan nyata dari perlakuan pada masing-masing variabel. Semua pengukuran dan pengujian dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Tepung Buah Mangrove

Tepung buah mangrove (*S. alba*) dikarakterisasi komposisi kimianya meliputi kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat, dan serat kasar. Hasil analisis komposisi kimia tepung buah mangrove *S. alba* disajikan pada *Table 2*. Hasil penelitian menunjukkan karbohidrat merupakan komposisi kimia tepung buah mangrove tertinggi dan kadar abu yang terendah.

Tepung buah mangrove *S. alba* memiliki kadar air, protein, lemak, dan karbohidrat yang lebih rendah serta kadar abu dan serat kasar lebih tinggi dibandingkan tepung terigu penelitian Utama *et al.* (2019). Kadar air tepung buah mangrove dari *S. alba* yang diperoleh sekitar 10,74% berbeda dari kadar air tepung buah pedada (*S. caseolaris*) penelitian Jariyah *et al.* (2020) yaitu sebesar 9,39% dan tepung buah lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) sebesar 11,41%. Perbedaan kadar air pada tepung mangrove dipengaruhi suhu dan lama proses pengeringan tepung buah mangrove. Kadar protein tepung buah mangrove yang diperoleh berkisar 6,76%

Table 2 Chemical composition of mangrove (*S. alba*) fruit flour
Tabel 2 Komposisi kimia tepung buah mangrove (*S. alba*)

Parameters (%)	Mangrove fruit flour	Wheat flour*
Moisture	10.74±0.43	11.92±0.18
Protein	6.76±0.07	6.82±1.04
Fat	7.47±0.02	8.28±0.58
Ash	5.28±0.18	0.54±0.17
Carbohydrate (by difference)	69.75±0.36	72.28±0.93
Crude fiber	7.74±0.04	5.12±0.04

*Utama *et al.* (2019)

hampir sama dengan protein tepung terigu 6,82% (Utama *et al.*, 2019) dan tepung buah lindur (*B. gymnorhiza*) 5,62% (Hamzah *et al.*, 2022). Hal tersebut menunjukkan tepung buah mangrove dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti tepung terigu.

Kadar lemak tepung buah mangrove yang diperoleh berkisar 7,47% lebih tinggi dari kadar lemak yang didapatkan oleh Jariyah *et al.* (2020) yaitu tepung buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) 4,19% dan tepung buah lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) 5,29%. Perbedaan kandungan lemak ini dapat disebabkan oleh variasi profil asam lemak dari tepung biji buah yang berbeda. Parry *et al.* (2006) menyatakan bahwa setiap tepung biji buah mungkin mengandung sejumlah besar minyak dengan komposisi asam lemak yang berbeda.

Kadar abu tepung buah mangrove yang diperoleh berkisar 5,28% sedangkan kadar abu tepung terigu dari penelitian Utama *et al.* (2019) yaitu 0,54%. Afifah *et al.* (2021) melaporkan bahwa kadar abu tepung buah lindur sebesar 1,17%. Hal ini menunjukkan potensi buah mangrove sebagai sumber mineral yang berharga, sehingga mendukung pemanfaatannya dalam pengembangan produk pangan fungsional. Kadar karbohidrat tepung buah mangrove yang diperoleh berkisar 69,74%. Kadar karbohidrat yang didapatkan lebih rendah dari penelitian Rosulva *et al.* (2022) yaitu karbohidrat tepung mangrove *Avicennia* sp. sebesar 83,83%, *Bruguiera* sp. 88,88%, *Rhizophora* sp. 92,31%, dan *Sonneratia* sp. 81,01%. Karbohidrat dapat memengaruhi tekstur roti. Hal ini berkaitan

dengan fungsinya sebagai bahan pengental, pembentuk gel, penggembur, dan penahan air (Rosulva *et al.*, 2022). Kadar serat kasar tepung buah mangrove yang diperoleh berkisar 7,74%. Kadar serat kasar yang diperoleh hampir sama dengan penelitian Mongdong *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa serat kasar buah mangrove *Rhizophora mucronata*, yaitu 7,52%. Kadar serat kasar dapat dipengaruhi oleh asal dan habitat tanaman.

Karakteristik Kimia dan Fisik Roti Tawar Substitusi Tepung Buah Mangrove

Hasil roti tawar dengan penambahan tepung buah mangrove diuji kandungan nutrisinya, yaitu kandungan protein, lemak, air, abu, serat kasar dan karbohidrat. Selain itu dilakukan uji karakteristik fisik roti tawar, yaitu hardness, cohesiveness dan daya kembang. Hasil uji karakteristik kimia dan fisik roti tawar dengan penambahan tepung buah mangrove dapat dilihat pada *Table 3*.

Kadar air

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi kadar air roti tawar. Kadar air perlakuan 0, 10, 30, dan 40% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) namun kadar air 10% tidak berbeda nyata dengan 20%. Kadar air roti tawar yang diperoleh dalam penelitian telah memenuhi standar kadar air roti tawar berdasarkan SNI 8371-2018 sebesar 40% (BSN, 2018).

Kadar air meningkat seiring bertambahnya jumlah tepung buah mangrove

Table 3 Chemical composition and physical characteristics of white bread
Tabel 3 Komposisi kimia dan karakteristik fisik roti tawar

Parameter	0%	10%	20%	30%	40%
Moisture (%)	13.21±0.06 ^a	14.64±0.03 ^b	14.88±0.09 ^b	16.40±0.52 ^c	17.86±0.12 ^d
Protein (%)	8.5±0.30 ^a	7.37±0.63 ^b	6.30±0.72 ^c	5.32±0.24 ^d	5.28±0.10 ^e
Fat (%)	9.53±0.07 ^a	10.45±0.22 ^b	10.80±0.05 ^b	12.48±0.22 ^b	14.51±0.30 ^c
Ash (%)	1.64±0.04 ^a	1.73±0.04 ^a	1.73±0.05 ^a	1.75±0.04 ^a	1.84±0.04 ^b
Carbohydrate (%)	67.12±0.22 ^a	65.81±0.27 ^b	66.29±0.08 ^c	64.05±0.08 ^d	60.51±0.27 ^d
Crude fiber (%)	2.91±0.03 ^a	3.45±0.05 ^b	5.56±0.05 ^c	5.56±0.05 ^c	8.26±0.20 ^e
Hardness (N)	20.92±0.50 ^a	30.76±0.11 ^b	31.8±0.22 ^c	58.04±0.54 ^d	68.45±0.51 ^e
Cohesiveness	0.82±0.04 ^a	0.75±0.03 ^a	0.73±0.01 ^b	0.64±0.03 ^b	0.58±0.02 ^c
Swelling power (%)	137.7±0.84 ^a	128.39±0.29 ^b	112.92±0.59 ^c	111.17±0.6 ^d	100.35±0.26 ^e

The following different letters showed a statistically significant difference ($p < 0.05$)

pada roti tawar (Table 3). Hal ini dipengaruhi oleh kandungan pati pada tepung buah mangrove. Tepung buah mangrove memiliki kandungan amilopektin sekitar 21,7% (Rosulva *et al.*, 2022). Amilopektin merupakan pati yang memainkan peran penting dalam mengikat air karena strukturnya yang bercabang. Sifat amilopektin yang bercabang memungkinkannya membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga meningkatkan kapasitas retensi air. Nawaz *et al.* (2020) menyatakan bahwa struktur amilopektin yang bercabang berkontribusi terhadap kemampuannya menahan lebih banyak air dibandingkan dengan amilosa yang memiliki komponen linier pada pati.

Kadar air pada roti dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya jenis tepung yang digunakan, kandungan serat, dan kapasitas pengikatan pati. Amandikwa *et al.* (2015) menyatakan penambahan tepung bengkuang pada roti komposit tepung terigu menghasilkan peningkatan kadar air yang signifikan seiring dengan peningkatan persentase tepung bengkuang. Sayed-Ahmad *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi tepung cina menyebabkan peningkatan kadar air pada roti gandum. Ammar *et al.* (2016) menyatakan bahwa tepung dari bahan yang kaya serat dapat menyebabkan retensi kelembapan lebih tinggi pada remah roti, memperpanjang umur simpan, dan memperlambat proses perubahan fisik serta kimia terhadap komponen di dalam

roti selama penyimpanan. Umaraw *et al.* (2022) melaporkan bahwa penambahan tepung bayam yang dikenal memiliki kandungan serat tinggi dapat meningkatkan kelembapan roti gandum. Fitriani *et al.* (2023) menyatakan butiran pati yang telah dipregelatinisasi dapat menahan air dalam adonan dan mencegah penguapan air.

Kadar abu

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi kadar abu roti tawar. Kadar abu perlakuan 0, 10, 20, dan 30% menunjukkan hasil tidak berbeda nyata namun 40% berbeda nyata ($p < 0,05$). Kadar abu roti tawar yang diperoleh dalam penelitian belum memenuhi standar kadar abu roti tawar berdasarkan SNI 8371-2018 yaitu maksimum 1% (BSN, 2018). Kadar abu meningkat seiring bertambahnya jumlah tepung buah mangrove pada roti tawar, namun tidak signifikan (Table 3). Kadar abu tertinggi pada perlakuan 40% sebesar 1,84%. Hal ini menunjukkan pada konsentrasi penambahan tepung mangrove yang lebih tinggi, kadar abu dapat mengalami peningkatan secara nyata.

Kadar abu pada roti tawar dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya bahan baku tepung yang digunakan. Kadar abu tepung buah mangrove lebih tinggi dibandingkan tepung terigu (Table 2). Sumartini *et al.* (2021) melaporkan bahwa bronis dengan penambahan tepung

buah pedada memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan bronis berbahan baku tepung terigu. Muhammad *et al.* (2022) juga melaporkan mi kering dengan penambahan tepung buah mangrove (*Sonneratia caseolaris*) berpengaruh pada peningkatan kadar abu. Kadar abu berkaitan dengan keberadaan komponen mineral pada suatu bahan. Jariyah *et al.* (2014) melaporkan bahwa tepung buah mangrove (*S. caseolaris*) memiliki kandungan mineral kalium 23 g/kg, kalsium 0,9 g/kg, magnesium 0,8 g/kg, natrium 8 g/kg, fosfor 2,2 g/kg dan sulfur 1,5 g/kg. Kadar abu yang tinggi menandakan semakin besarnya kandungan mineral yang berasal dari bahan yang digunakan. Mineral ini sangat penting untuk fungsi tubuh dan berkontribusi terhadap nilai gizi roti (Mitiku *et al.*, 2018).

Kadar lemak

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi kadar lemak roti tawar. Kadar lemak 0, 10, 40% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$). Kadar lemak semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah tepung buah mangrove pada roti tawar (Table 3). Peningkatan kadar lemak juga terjadi pada perlakuan 20% meskipun tidak signifikan.

Kadar lemak pada roti tawar dapat dipengaruhi oleh bahan baku tepung yang digunakan. Kadar lemak tepung buah mangrove sebesar 7,47% (Table 2). Afifah *et al.* (2021) melaporkan bahwa kadar lemak cookies meningkat seiring dengan peningkatan jumlah tepung buah mangrove (*B. gymnorrhiza*). Sarofa *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa kukis dengan tepung ampas mangrove memiliki kandungan lemak lebih tinggi dibandingkan kukis kontrol. Amalia *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa kandungan lemak nugget ikan yang disubstitusi tepung buah mangrove dengan formulasi 0, 20, 30, dan 40 % mengalami peningkatan dengan nilai berturut-turut 2,2; 2,3; 2,4; 2,5%.

Kadar protein

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi kadar protein roti tawar. Kadar protein perlakuan 0, 10, 20, 30, dan 40% menunjukkan

hasil berbeda nyata ($p < 0,05$). Semakin tinggi konsentrasi tepung buah mangrove maka semakin rendah kadar protein roti tawar (Table 3). Kadar protein roti tawar hasil penelitian dapat dipengaruhi oleh kandungan protein bahan baku tepung mangrove yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu. Sumartini *et al.* (2021) melaporkan bahwa bronis dengan penambahan tepung buah pedada memiliki kadar protein 5,19% lebih rendah dibandingkan bronis dengan bahan baku hanya tepung terigu 6,95%. Sarofa *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa kukis dengan penambahan ampas mangrove 15 g, 30 g, dan 45 g memiliki kadar protein 6,9; 6,5; dan 6,1%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan kadar protein semakin menurun seiring dengan peningkatan jumlah tepung buah mangrove. Faktor-faktor yang memengaruhi kandungan protein roti di antaranya kandungan protein awal bahan baku, kondisi pengolahan, temperatur dan waktu pemanggangan, bahan tambahan dan reaksi kimia (Prieto-Vázquez Del Mercado *et al.*, 2022).

Kadar karbohidrat

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi kadar karbohidrat roti tawar ($p < 0,05$). Kadar karbohidrat perlakuan 0, 10, 20, dan 30% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$), namun 30 dan 40% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Semakin tinggi konsentrasi tepung buah mangrove maka semakin rendah kadar karbohidrat roti tawar (Table 3). Penurunan kadar karbohidrat pada roti tawar dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat tepung buah mangrove yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu (Table 2). Sumartini *et al.* (2021) melaporkan bahwa bronis dengan penambahan tepung buah pedada memiliki kadar karbohidrat 51,31% dan bronis dengan penambahan tepung terigu sebesar 51,65%. Amalia *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa perbedaan konsentrasi tepung buah mangrove *B. gymnorrhiza* memengaruhi kadar karbohidrat nugget ikan yang dihasilkan. Kandungan karbohidrat nugget ikan dengan penambahan tepung buah mangrove 0, 20, 30, dan 40% berturut-turut 43; 39,2; 37,4; dan

34,1%. Kandungan karbohidrat yang lebih rendah pada tepung buah mangrove secara langsung berpotensi menurunkan kandungan karbohidrat pada produk akhir. Hal ini sangat berguna dalam merancang produk pangan rendah karbohidrat bagi individu yang ingin mengurangi asupan kalori. Karbohidrat berperan sebagai penghasil energi dalam tubuh dan berperan dalam menentukan karakteristik bahan makanan (Rahmah *et al.*, 2017).

Kadar serat kasar

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi kadar serat roti tawar. Kadar serat perlakuan 0, 10, 20 dan 40% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) namun kadar serat 30 dan 40% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Kadar serat kasar semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah tepung buah mangrove pada roti tawar (Table 3). Hal ini berkaitan dengan kandungan serat kasar tepung buah mangrove lebih tinggi dibandingkan tepung terigu (Table 2).

Munir & Noviana (2023) menyatakan bahwa kadar serat kasar pancake semakin tinggi dengan meningkatnya komposisi tepung buah mangrove pada formulasi pancake dari tepung buah mangrove (*R. stylosa*) dan tepung mocaf. Sumartini *et al.* (2021) melaporkan bahwa bronis dengan penambahan tepung buah mangrove memiliki kadar serat kasar sebesar 16,62% dibandingkan bronis hanya dengan tepung terigu sebesar 13,53%. Kadar serat kasar roti tawar dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan roti yang diformulasikan dari tepung gandum, jagung, dan ubi jalar berkisar 0,77-0,95% (Bibiana *et al.*, 2014). Kandungan serat kasar roti dalam penelitian ini untuk perlakuan F5 lebih tinggi dibandingkan roti tepung terigu yang ditambahkan tepung daun sayuran dengan kadar serat 1,8-4,0% (Odunlade *et al.*, 2017), roti tawar dengan penambahan ampas kelapa sebesar 5,69% (Pusuma *et al.*, 2018), dan roti komposit tepung gandum-ubi jalar berkisar 2,25-3,27% (Kidane *et al.*, 2013). Kandungan serat pada roti tawar bisa berbeda-beda tergantung jenis tepung dan bahan tambahan

yang digunakan dalam proses pembuatan roti (Shewry *et al.*, 2023).

Nilai daya kembang

Daya kembang merupakan kemampuan roti mengalami pertambahan ukuran sebelum dan setelah proses pemanggangan. Daya kembang roti menjadi suatu kriteria penentuan kualitas roti. Proses fermentasi pada pembuatan roti tawar bertujuan untuk menghasilkan gas CO₂ dan alkohol agar adonan dapat mengembang secara sempurna. Hasil penelitian menunjukkan nilai daya kembang roti tawar yang dihasilkan 100,35-137,70% (Table 3). Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi daya kembang roti tawar. Daya kembang perlakuan 0, 10, 20, 30 dan 40% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$). Daya kembang roti tawar secara keseluruhan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung buah mangrove.

Lagnika *et al.* (2019) menyatakan bahwa formulasi roti dengan kandungan tepung terigu yang tinggi memiliki daya kembang yang tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan gluten pada tepung terigu. Tepung buah mangrove tidak mengandung gluten. Semakin banyak tepung buah mangrove yang disubstitusikan maka kandungan gluten yang terdapat di dalam adonan roti tawar akan semakin sedikit, sehingga menurunkan daya kembang roti tawar. Hal ini karena fungsi dari gluten adalah untuk menjaga gelembung gas yang mengembang dan tidak pecah saat dipanggang atau produk didinginkan. Proses fermentasi juga berperan dalam meningkatkan pembengkakan karbohidrat dan meningkatkan sifat viskoelastik adonan roti tawar (Šmídová & Rysová, 2022). Lapisan gluten memerangkap dan memisahkan gas satu sama lain dengan membentuk lapisan pelindung menjadi buih kemudian menjadi rigid dan adonan akan mengembang (Pusuma *et al.*, 2018). Gluten menjadi komponen kunci yang berperan dalam menentukan sifat reologi adonan dan kualitas pemanggangan (Biesiekierski, 2016).

Nilai *hardness* dan *cohesiveness*

Kekerasan roti mengacu pada tekstur dan kekuatan yang dibutuhkan untuk menggigit atau menghancurkan roti. Kekerasan didefinisikan sebagai kekuatan yang diperlukan untuk menggigit atau menghancurkan roti (Aleixandre *et al.*, 2021). Tekstur roti tawar secara umum lunak dan elastis. Kualitas utama dari roti tawar ditentukan oleh teksturnya yang berpori dan lembut (*tender*). Tekstur memberikan pengaruh yang besar terhadap citra suatu produk makanan (Simarmata *et al.*, 2023). Jenis dan kandungan kimia tepung yang digunakan pada roti tawar berperan penting dalam pembentukan tekstur dan pengembangan adonan. Senyawa gluten yang terkandung dalam tepung merupakan komponen yang dapat memengaruhi karakteristik roti tawar. Gluten menentukan elastisitas dan plastisitas adonan yang diakibatkan terbentuknya kerangka seperti jaring-jaring yang berperan sebagai perangkap gas hasil peragian sehingga adonan dapat mengembang (Pusuma *et al.*, 2018).

Nilai *hardness* roti tawar yang didapatkan berkisar antara 20,67-68,75 N (*Table 3*). Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi nilai *hardness* roti tawar. Nilai *hardness* perlakuan 0, 10, 20, 30 dan 40% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$). Semakin tinggi jumlah penambahan tepung buah mangrove maka nilai *hardness* roti tawar semakin meningkat. Tingginya nilai *hardness* dapat disebabkan oleh penggunaan bahan dengan kandungan gluten yang rendah. Iswara *et al.* (2020) melaporkan bahwa rendahnya kandungan gluten pada tepung menyebabkan tingkat *hardness* lebih tinggi. Buah mangrove memiliki tekstur yang berserat. Rosiani *et al.* (2015) semakin tinggi konsentrasi penambahan tepung buah mangrove maka kandungan serat dan pati semakin tinggi dan menghasilkan tekstur yang semakin keras.

Hardness digunakan untuk mendeskripsikan ketidakhalusan remah dari produk. Semakin tinggi *hardness* maka produk cenderung semakin keras (Haliza *et al.*, 2012).

Struktur, reologi, dan kualitas roti sangat dipengaruhi oleh kompleks pati-protein, dan khususnya keberadaan gluten (Millar *et al.*, 2019). Kualitas roti juga dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu nilai nutrisi, rasa, kesegaran, umur simpan dan daya tarik konsumen. Lama penyimpanan memiliki pengaruh terhadap fitur sensorik dan tekstur remah (Kwasniewska-Karolak *et al.*, 2014).

Nilai *cohesiveness* roti tawar didapatkan berkisar antara 0,58-0,82 (*Table 3*). Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi nilai *cohesiveness* roti tawar. Nilai *cohesiveness* perlakuan 0, 20, dan 40% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$), namun perlakuan 0, 10 dan 20 serta 30% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Semakin tinggi jumlah penambahan tepung buah mangrove maka nilai *cohesiveness* roti tawar semakin menurun, namun tidak signifikan. Penambahan tepung buah mangrove tidak mengubah kekompakan dan kestabilan ikatan antar komponen penyusun roti tawar secara signifikan. Terjadinya penurunan nilai *cohesiveness* dapat disebabkan oleh kandungan gluten tepung buah mangrove yang rendah. Bing & Chun (2013) menyatakan bahwa seiring dengan penurunan volume gluten yang ditambahkan kemungkinan pori-pori roti menjadi lebih kecil dan kepadatannya meningkat, sehingga kekerasan dan kerapuhannya meningkat, dan elastisitasnya menurun.

Cohesiveness merupakan nilai yang menggambarkan kekuatan ikatan internal dalam roti. Peningkatan kekerasan roti menyebabkan menurunnya kekompakan dari struktur roti, akibat tidak sempurnanya pembentukan jaringan. Struktur roti yang tidak kompak menyebabkan tekstur rapuh sehingga nilai *cohesiveness* akan menurun. Kerapuhan sebuah produk roti dapat disebabkan karena tidak terbentuknya jaringan gluten yang menjadi salah satu kunci kokohnya struktur roti. Millar *et al.* (2019) menyatakan bahwa *cohesiveness* pada roti dapat mengalami penurunan disebabkan rendahnya kadar air pada adonan sehingga menurunkan kelembapan dan kestabilan adonan. Roti dengan *cohesiveness* rendah memiliki struktur roti yang lebih padat. Hal

ini terjadi karena adanya penurunan stabilitas adonan yang memiliki struktur *crumb* yang lebih tertutup dan rapuh (Putri *et al.*, 2022).

Penilaian Hedonik Roti Tawar Substitusi Tepung Buah Mangrove

Hasil uji hedonik roti tawar dengan penambahan tepung buah mangrove dapat dilihat pada *Table 4*. Penilaian hedonik dilakukan pada parameter rasa, tekstur, aroma, dan ketampakan. Skala penilaian dari 1 (sangat tidak suka) hingga 5 (sangat suka).

Ketampakan

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi tingkat kesukaan terhadap ketampakan roti tawar. Ketampakan 0, 20, 30, dan 40% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) namun 0 dan 10% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Perlakuan 0 dan 10% menghasilkan roti tawar dengan warna yang disukai konsumen, yaitu cokelat muda. Perbedaan kesukaan ketampakan roti tawar disebabkan adanya perbedaan penambahan tepung mangrove. Semakin besar jumlah tepung buah mangrove maka penilaian ketampakan roti tawar semakin tidak disukai panelis dikarenakan warna roti tawar yang semakin cokelat. Hassan *et al.* (2015) menyatakan bahwa ketampakan dan warna pada roti dapat dipengaruhi oleh kandungan gluten pada tepung. Tepung yang memiliki kandungan gluten tinggi dapat meningkatkan kecerahan pada roti. Ketampakan merupakan salah satu atribut yang pertama sekali memberi kesan kepada konsumen. Atribut ketampakan dapat memengaruhi keputusan konsumen dalam menerima atau menolak suatu produk.

Kriteria roti tawar yang baik ditinjau dari aspek sensori, yaitu warna kulit (*crust*) roti tawar cokelat kekuningan dan warna bagian dalam (*crumb*) putih krem. Warna roti memengaruhi kualitas roti (Arifin *et al.*, 2023). Ketampakan irisan pada roti tawar dapat dilihat dari keseragaman dan kekompakan dari pori-pori atau lubang yang terbentuk di dalam roti tawar (*Figure 1*). Pori-pori roti yang baik adalah ukuran pori-pori yang kecil dan seragam di seluruh bagian *crumb* (Pusuma *et al.*, 2018).

Pori-pori roti merupakan lapisan tipis yang terbentuk pada gluten yang berfungsi untuk memerangkap karbondioksida. Pori-pori terbentuk pada proses fermentasi, pada saat itu aktivitas ragi mulai meningkat, adonan mengembang, dan volume adonan bertambah akibat produksi gas karbondioksida oleh ragi. Selain itu, gluten menjadi elastis dan lebih lembut akibat pengaruh alkohol dan terjadinya penurunan kadar keasaman sehingga gluten membentuk lapisan tipis yang dapat menahan gas (Pusuma *et al.*, 2018).

Tekstur

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi tingkat kesukaan terhadap tekstur roti tawar. Tekstur 0, 10, 20, dan 30% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) namun 30 dan 40% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Tekstur roti tawar yang disukai konsumen adalah tekstur yang remah serta volume pengembangan yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan tekstur yang paling disukai adalah perlakuan 0 dan 10%. Roti tawar perlakuan 0% memiliki tekstur yang lunak dan elastis. Roti tawar perlakuan

Table 4 Hedonic assessment of white bread

Tabel 4 Penilaian hedonik roti tawar

Treatment (%)	Appearance	Texture	Taste	Flavor
0	3.56±0.03 ^a	3.76±0.03 ^a	3.70±0.02 ^a	3.55±0.01 ^a
10	3.63±0.02 ^a	3.49±0.01 ^b	3.64±0.05 ^a	3.59±0.02 ^a
20	2.52±0.02 ^b	2.54±0.03 ^c	2.51±0.03 ^b	2.49± 0.02 ^b
30	1.36±0.03 ^c	1.43± 0.02 ^d	1.40±0.07 ^c	1.51±0.02 ^c
40	1.49±0.03 ^c	1.34± 0.04 ^d	1.31±0.03 ^c	1.42±0.03 ^c

The following different letters showed a statistically significant difference ($p < 0.05$)

10% memiliki tekstur halus, lunak, tidak liat, mudah dikunyah, dan mudah ditelan. Semakin rendah penambahan tepung buah mangrove maka volume pengembangan semakin tinggi dan tekstur semakin remah. Penambahan tepung berprotein tinggi akan menghasilkan produk roti yang lembut dan tidak keras (Oktaviani & Ulilalbab, 2020). Menurut Pusuma *et al.* (2018), kecepatan staling pada roti berkurang seiring tingginya kandungan protein dalam bahan karena protein dapat berinteraksi dengan pati selama proses kristalisasi sehingga mengurangi kecepatan retrogradasi pati.

Rasa

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi tingkat kesukaan terhadap rasa roti tawar. Rasa 0, 20, 30% menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) namun 0-10% dan 30-40% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Rasa merupakan faktor yang sangat penting dalam penilaian seseorang terhadap kualitas suatu bahan pangan atau produk. Rasa roti tawar yang paling disukai panelis, yaitu perlakuan 0 dan 10%. Roti tawar 0% memiliki rasa khas dengan rasa gurih agak asin serta tekstur yang lunak dan elastis. Roti tawar 10% memiliki rasa hampir sama dengan 0% yaitu rasa khas dengan rasa gurih agak asin namun ketika dimakan terasa lebih berserat. Roti tawar dengan penambahan tepung mangrove yang tinggi kurang disukai panelis akibat rasa dan aroma khas tepung mangrove menjadi lebih

kuat, tekstur roti menjadi lebih padat dan kelembutan berkurang.

Parameter rasa juga dipengaruhi oleh kandungan lemak dan gluten pada bahan. Gluten berkontribusi terhadap profil rasa roti melalui berbagai mekanisme. Conte *et al.* (2016) menunjukkan bahwa roti yang mengandung gluten dikaitkan dengan kualitas aroma dan rasa yang lebih tinggi, serta karakteristik sensorik yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif bebas gluten. Menurut Ridhani *et al.* (2021) rasa yang tidak jauh berbeda dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan yang digunakan, yaitu susu, telur, gula, garam, mentega dan tepung yang sama, sehingga rasa yang dihasilkan tidak akan berbeda nyata, selain itu juga bisa dikarenakan beberapa faktor di antaranya suhu, senyawa kimia dan interaksi komponen lainnya.

Aroma

Hasil analisis statistik menunjukkan substitusi tepung buah mangrove memengaruhi tingkat kesukaan terhadap aroma roti tawar. Aroma roti tawar F1, F3, F4, menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) namun 0-10% dan 30-40% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Roti tawar memiliki aroma harum yang khas. Roti tawar 0% memiliki aroma khas roti tawar pada umumnya, sedangkan 10-40% dengan penambahan tepung mangrove memiliki aroma khas yang unik dari tepung mangrove. Tingkat kesukaan terhadap aroma roti tawar berkurang seiring

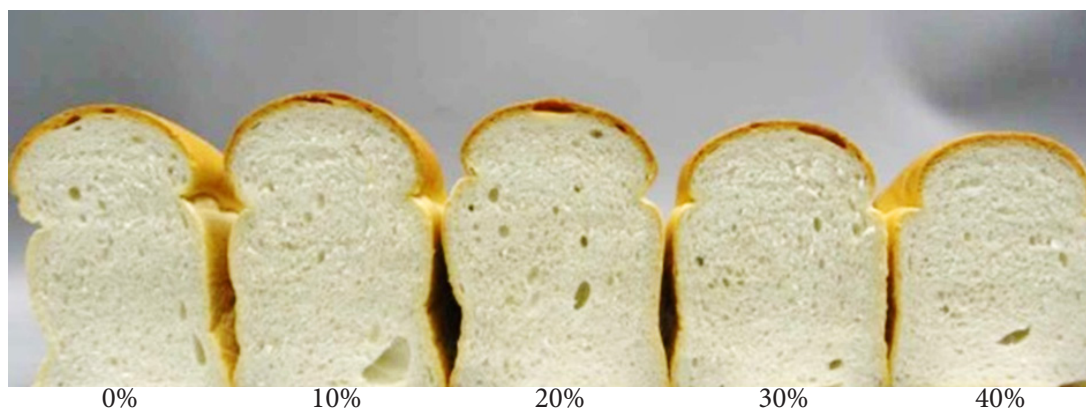


Figure 1 Appearance of white bread with mangrove fruit flour substitution
Gambar 1 Ketampakan roti tawar dengan substitusi tepung buah mangrove

dengan semakin tingginya jumlah tepung mangrove yang ditambahkan. Tepung buah mangrove memberikan aroma langu sehingga tingkat kesukaan terhadap roti menurun. Hal yang sama juga ditemukan oleh Hamzah *et al.* (2022) bahwa tepung buah lindur memiliki aroma langu sehingga berpengaruh terhadap tingkat kesukaan aroma tepung lindur. Aroma tidak hanya ditentukan oleh satu komponen tetapi juga oleh beberapa komponen tertentu contohnya senyawa organik bersifat volatil yang menimbulkan bau yang khas. Aroma makanan banyak menentukan kelezatan bahan makanan (Rieuwpassa *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Kadar air, abu, lemak, serat kasar dan hardness roti tawar mengalami peningkatan dengan penambahan tepung buah mangrove, tetapi kadar protein, karbohidrat, daya kembang dan *cohesiveness* mengalami penurunan. Roti tawar perlakuan substitusi tepung mangrove 10% merupakan perlakuan terbaik berdasarkan tingkat kesukaan panelis tertinggi dengan rasa khas roti tawar yang gurih, aroma harum, tekstur lembut, warna *crust* coklat kekuningan dan *crumb* putih krim, serta daya kembang dan *cohesiveness* yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, D. N., Alamsyah, A. A. M., Huwaida, A., Nissa, C., Wijayanti, H. S., Purwanti, R., Hastuti, V. N., & Sugianto, D. N. (2021). Cookies made from mangrove (*Bruquiera gymnorhiza*) fruit and soybean (*Glycine max*) flour. *Food Research*, 5(S3), 24–36. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(S3\).001](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(S3).001)
- Aleixandre, A., Benavent-Gil, Y., Velickova, E., & Rosell, C. M. (2021). Mastication of crisp bread: Role of bread texture and structure on texture perception. *Food Research International*, 147, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110477>
- Amalia, U., Darmanto, Y. S., Sumardianto, & Rianingsih, L. (2016). Chemical characteristics of fish nugget with mangrove fruit flour substitution. *Aquatic Procedia*, 7(2), 265–270. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.037>
- Amandikwa, C., Iwe, M. O., Uzomah, A., & Olawuni, A. I. (2015). Physico-chemical properties of wheat-yam flour composite bread. *Nigerian Food Journal*, 33(1), 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.nifoj.2015.04.011>
- Ammar, A. F., Zhang, H., Siddeeg, A., Chamba, M. V. M., Kimani, B. G., Hassanin, H., Obadi, M., & Alhejj, N. (2016). Effect of the addition of alhydwon seed flour on the dough rheology, bread quality, texture profile and microstructure of wheat bread. *Journal of Texture Studies*, 47(6), 484–495. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12187>
- 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 <https://doi.org/10.24198/jp2.2023.vol1.1.04>
- Association of Official Analytical Chemist. (2000). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist.
- Association of Official Analytical Chemist. (2005). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2023). Peraturan BPOM Nomor 13 Tahun 2023 Tentang Kategori Pangan
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). Pedoman Pengujian Sensori pada Produk Perikanan. SNI 01-2346-2015.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). Roti Tawar. SNI 8371-2018.
- Bibiana, I., Grace, N., & Julius, A. (2014). Quality evaluation of composite bread produced from wheat, maize and orange fleshed sweet potato flours. *American Journal of Food Science and Technology*, 2(4), 109–115. <https://doi.org/10.12691/ajfst-2-4-1>
- Biesiekierski, J. R. (2016). What is gluten? *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32(1), 78–81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>

- Bing, D. J., & Chun, S. S. (2013). Quality and consumer perception of white bread baked with hallabong powder. *Journal of Korean Social Food Science Nutrition*, 42(2), 306–312. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.2.306>
- Conte, P., Fadda, C., Piga, A., & Collar, C. (2016). Techno-functional and nutritional performance of commercial breads available in Europe. *Food Science and Technology International*, 22(7), 621–633. <https://doi.org/10.1177/1082013216637724>
- Dari, D. W., Ananda, M., & Junita, D. (2020b). Karakteristik kimia sari buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 89-99. <https://doi.org/10.25077/jtpa.24.2.189-195.2020>
- Dari, D. W., & Junita, D. (2020a). Karakteristik fisik dan sensori minuman sari buah pedada. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), 532-541. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.33204>
- Dhinendra, N. P. A., Dewi, N. E., & Romadhon. (2015). Substitusi tepung buah mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap sifat fisika dan kimia nageet ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*). *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST) Jurnal Saintek Perikanan*, 11(1), 57–61. <https://doi.org/10.14710/ijfst.11.1.57-61>
- Ernawati. (2021). Pengaruh penambahan tepung buah mangrove tinjang (*Rhizophora* sp) sebagai sumber antioksidan pada pembuatan es krim. *Jurnal Techno-Fish*, X(2), 106–117. <https://doi.org/10.25139/tf.v5i2.4406>
- Fitriani, S., Yusmarini, Y., Riftyan, E., Saputra, E., & Rohmah, M. C. (2023). Karakteristik dan profil pasta pati sagu modifikasi prigelatinisasi pada suhu yang berbeda. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 16(2), 104-115. <https://doi.org/10.20961/jthp.v16i2.56057>
- Gazali, M., Nufus, H., Nurjanah, & Zuriat. (2019). Eksplorasi senyawa bioaktif ekstrak daun nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) asal pesisir Aceh Barat sebagai antioksidan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 155-163. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i1.25892>
- Haliza W., Kailaku, & Yuliani., S. (2012). Penggunaan mixture response surface methodology pada optimasi formula brownies berbasis tepung talas Banten (*Xanthosoma undipes* K. Koch) sebagai alternatif sumber serat. *Jurnal Pascapanen*, 9(2), 96–106. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v9n2.2012.96-106>
- Hamzah, Yanto, S., & Fadillah, R. (2022). Analisis kandungan tepung buah mangrove jenis lindur (*Bruguiera* sp) sebagai alternatif bahan pangan lokal. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 16383-16391. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i2.5035>
- Handayani, N. A., Rica Pratiwi, A., Ambar Wati, D., & Lestari, L. A. (2022). Analisis kandungan gizi roti tawar dengan substitusi tepung kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* Linn). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 21(2), 126–132. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v21i2.4088>
- Harepa, N. S., Sumartini, Ratrinia, P., Suryono, M., & Shalichaty, S. F. (2022). The characteristics of nutrient-rich instant noodles based on mackerel (*Scomberomorus commerson*) and mangrove fruit flour (*Sonneratia caseolaris*). *Procedia of Social Sciences and Humanities*, 3, 213–222. <https://doi.org/10.21070/pssh.v3i.155>
- Hassan, C. Z., Elgubbi, H. M., & Agbaje, R. (2015). Physicochemical and textural properties of white bread made from different commercial brands of high gluten flours. *International Journal of Applied and Social Sciences*, 1(8), 17–30.
- Helingo, Z., Liputo, S. A., & Limonu, M. (2022). Pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap kualitas roti dengan berbahan dasar tepung sukun. *Jambura Journal of Food Technology*, 4(2), 1-13.

- <https://doi.org/10.37905/jjft.v3i2.7515>
- Iswara, J. A., Julianti, E., & Nurminah, M. (2020). Karakteristik tekstur roti manis dari tepung, pati, serat dan pigmen antosianin ubi jalar ungu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(4), 12–21. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2019.007.04.2>
- Jacoeb, A. M., Suptijah, P., & Zahidah. (2013). Komposisi kimia, komponen bioaktif, dan aktivitas antioksidan buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(1), 86–94. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v16i1.7772>
- Jariyah, & Nurismanto, R. (2016). Penerapan teknologi pengolahan tepung buah mangrove jenis padada (*Sonneratia caseolaris*) pada Kelompok Tani mangrove di Wonorejo Timur Surabaya. *Jurnal Rekapangan*, 11(2), 1–6.
- Jariyah, Widjanarko, S. B., Yuniarta, Estiasih, T., & Sopade, P. A. (2014). Pasting properties mixtures of mangrove fruit flour (*Sonneratia caseolaris*) and starches. *International Food Research Journal*, 21(6), 2161–2167.
- Jariyah, J., Sarofa, U., & Yunia Ratna, R. (2020). The properties study of mangrove fruit flour composited with taro and white uwi tubers. *Food Science and Technology Journal (Foodscitech)*, 3(2), 38–46. <https://doi.org/10.25139/fst.v3i2.3231>
- Kidane, G., Abegaz, K., Mulugeta, A., & Singh, P. (2013). Nutritional analysis of vitamin a enriched bread from orange flesh sweet potato and locally available wheat flours at Samre Woreda, Northern Ethiopia. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 1(1), 49–57. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.1.1.05>
- Kwasniewska-Karolak, I., Rosicka-Kaczmarek, J., & Krala, L. (2014). Factors influencing quality and shelf life of baking products. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 18(1), 1–7.
- Lagnika, C., Houssou, P.A.F., Dansou, V., Hotegni, A.B., Amoussa, A.M.O., Kpotouhedo, F. Y., Doko, S. A., & Lagnika, L. (2019). Physico-functional and sensory properties of flour and bread made from composite wheat-cassava. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(6), 538–547. <https://doi.org/10.3923/pjn.2019.538.547>
- Liu, B., Wang, X., Wang, Y., Chen, X., Jin, X., & Luo, X. (2023). Review of compounds and activities from mangrove *Sonneratia* genus and their endophytes. *Journal of Holistic Integrative Pharmacy*, 4(3), 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.jhip.2023.11.003>
- Manalu, R. D. E., Salamah, E., Retiaty, F., & Kurniawati, N. (2013). Kandungan zat gizi makro dan vitamin produk buah pedada (*Sonneratia caseolaris*). *Penelitian Gizi Dan Makanan*, 36(2), 135–140. <https://doi.org/10.22435/pgm.v36i2.3999.135-140>
- 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>
- 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>
- 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, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102189>
- Mitiku, D. H., Abera, S., Bussa, N., & Abera, T. (2018). Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flour. *British Food Journal*, 120(8), 1764–1775. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2018-0015>

- Muhammad, F, Andriyono, S, & Pujiastuti, D. P. (2022, September 29). Characterization of dry noddles with additional of pedada (*Sonneratia caseolaris*) mangrove flour as alternative food resource [Conference session]. 4th International Conference on Fisheries and Marine Sciences (INCOFIMS 2021), Surabaya, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1036/1/012080>
- Munir, N.F, & Noviana. (2023). Karakteristik mutu tepung premiks pancake dari buah mangrove (*Rhizophora stylosa*) dengan penambahan tepung mocaf. *Proper: Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 1(1), 39-45. <https://doi.org/10.61119/prp.v1i1.458>
- Nawaz, H., Waheed, R., Nawaz, M., & Shahwar, D. (2020). Physical and Chemical Modifications in Starch Structure and Reactivity. In M. Emeje (Ed.), *Chemical Properties of Starch* (pp. 1–21). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88870>
- Nusaibah, Putri, C. M., Pangestika, W., & Luthfiyana, N. (2022). Pemanfaatan buah bakau *Rhizopora* sp. dan *Sonneratia* sp. sebagai bahan baku kopi analog. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 185-201. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.39852>
- Odunlade, T. V., Famuwagun, A. A., Taiwo, K. A., Gbadamosi, S. O., Oyedele, D. J., & Adebooye, O. C. (2017). Chemical composition and quality characteristics of wheat bread supplemented with leafy vegetable powders. *Journal of Food Quality*, 2017(1), 1–7. <https://doi.org/10.1155/2017/9536716>
- Oktaviani, I. I., & Ulilalbab, A. (2020). Pengaruh penambahan tepung biji alpukat (*Persea americana* Mill) dalam pembuatan roti tawar terhadap kadar air dan daya terima. *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan*, 2(1), 44–52. <https://doi.org/10.36441/jtepakes.v2i1.499>
- Parry, J., Hao, Z., Luther, M., Su, L., Zhou, K., & Yu, L. (Lucy). (2006). Characterization of cold-pressed onion, parsley, cardamom, mullein, roasted pumpkin, and milk thistle seed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(10), 847–854. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-5036-8>
- Pawiwara, I., Triastuti, D., & Baharta, R. (2023). Karakteristik roti tawar substitusi tepung bekatul dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Ilmiah Ilmu Dan Teknologi Rekayasa*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.31962/jiitr.v5i1.110>
- Pratama, W., Swamilaksita, P. D., Angkasa, D., Ronitawati, P., & Fadhillah, R. (2021). Pengembangan roti tawar sumber protein dengan penambahan tepung ampas kelapa dan tepung kedelai. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 11(2), 111–124. <https://doi.org/10.26714/jpg.11.2.2021.111-124>
- Prieto-Vázquez Del Mercado, P., Mojica, L., & Morales-Hernández, N. (2022). Protein ingredients in bread: technological, textural and health implications. *Foods*, 11(16), 1-18. <https://doi.org/10.3390/foods11162399>
- Putri, D. A., Komalasari, H., & Heldiyanti, R. (2022). Review: evaluasi kualitas fisik roti yang dipengaruhi oleh penambahan tepung komposit. *Food and Agro-Industry Journal*, 3(1), 1-18.
- Pusuma, D. A., Praptiningsih, Y., & Choiron, M. (2018). Karakteristik roti tawar kaya serat yang disubstitusi menggunakan tepung ampas kelapa. *Jurnal Agroteknologi*, 12(01), 29. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v12i1.7886>
- Rahmah, A., Hamzah, F., & Rahmayuni. (2017). Penggunaan tepung komposit dari terigu, pati sagu dan tepung jagung dalam pembuatan roti tawar. *JOM FAPERTA*, 4(1), 1–14.
- Ramadani, D. T., Dari, D. W., & Aisah, A. (2020). Daya terima permen jelly buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) dengan penambahan karagenan. *Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi*, 9(1), 15-24. <https://doi.org/10.36565/jab.v9i1.151>
- Ridhani, M. A., Vidyaningrum, I. P., Akmalia, N. N., Fatihatunisa, R., Azzahro, S., &

- Aini, N. (2021). Potensi penambahan berbagai jenis gula terhadap sifat sensori dan fisikokimia roti manis: review. *Pasundan Food Technology Journal*, 8(3), 61–68. <https://doi.org/10.23969/pftj.v8i3.4106>
- Rieuwpassa, F., Br. Silaban, B., & Kelanohon, S. R. (2023). Karakteristik organoleptik dan kimia kue kering dengan penambahan daging dan tepung keong bakau (*Telescopium telescopium*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(3), 370–380. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v26i3.45994>
- Rout, P. (2022). Bioprospecting of underutilized mangrove fruits used by coastal communities in the Odisha coast, India: A review. *Food Science and Biotechnology*, 31(2), 139–153. <https://doi.org/10.1007/s10068-021-01013-8>
- Rosiani, N., Basito, B., & Widowati, E. (2015). Kajian karakteristik sensoris fisik dan kimia kerupuk fortifikasi daging lidah buaya (*Aloe vera*) dengan metode pemangangan menggunakan microwave. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(2), 84–98. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.12896>
- Rosulva, I., Hariyadi, P., Budijanto, S., & Sitanggang, A. B. (2022). Physico-chemical characterization of four species Indonesian mangrove fruits as food source. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 10(5), 1–20. <https://doi.org/10.17170/KOBRA-202204136017>
- Sarofa, U., Mulyani, T., & Wibowo, Y. A. (2013). Pembuatan cookies berserat tinggi dengan memanfaatkan tepung ampas mangrove (*Sonneratia caseolaris*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 5(2), 58–67.
- Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Straumite, E., Sabovics, M., Kruma, Z., Saad, Z., Hijazi, A., & Merah, O. (2018). Evaluation of nutritional and technological attributes of whole wheat based bread fortified with chia flour. *Foods*, 7(9), 1–10. <https://doi.org/10.3390/foods7090135>
- Scheuer, P. M., Di Luccio, M., Zibetti, A. W., de Miranda, M. Z., & de Francisco, A. (2016). Relationship between instrumental and sensory texture profile of bread loaves made with whole-wheat flour and fat replacer. *Journal of Texture Studies*, 47(1), 14–23. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12155>
- Shewry, P. R., Joy, E. J. M., De La Revilla, L. S., Hansen, A., Brennan, J., & Lovegrove, A. (2023). Increasing fibre in white flour and bread: implications for health and processing. *Nutrition Bulletin*, 48(4), 587–593. <https://doi.org/10.1111/nbu.12648>
- Simarmata, M. M., Priyono, B. S., & Novanda, R. R. (2023). Analisis tingkat kepuasan konsumen roti ganda di Toko Ganda Kota Pematangsiantar. *Jurnal Agroindustri*, 13(1), 44–55. <https://doi.org/10.31186/jagroindustri.13.1.44-55>
- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. *Foods*, 11(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Sudirman, S., Nurjanah, & Jacob, A. N. (2016). Identifikasi struktur senyawa antioksidan buah lindur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(2), 94–99. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i2.13452>
- Sumartini, S., Harahap, K. S., & Mujiyanti, A. (2021). Brownies from mangrove fruit flour: the use of variation of flours as an alternative to high food nutrition. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 17(1), 16–22. <https://doi.org/10.22146/ifnp.55188>
- Sumartini, & Ratrinia, P. W. (2022, Agustus 11–12). Nutrition of wet noodles with mangrove fruit flour during the shelf life by adding catechins as a source of antioxidants [Conference session]. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/967/1/012015>
- Sumartini, Harahap, K. S., & Luthfiyana, N. (2022). Efektivitas penambahan serbuk daun mangrove (*Sonneratia caseolaris*)

- terhadap kualitas dan umur simpan roti tawar. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 281-293. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.40708>
- Umaraw, P., Chauhan, G., Mendiratta, S. K., & Verma, A. K. (2022). Optimization of Amaranth Incorporation in Bread Prepared with Combination of Chicken Meat Powder and Whole Wheat Flour. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1941>
- Utama, I.D.G.D.A., Wisaniyasa, N. W., & Widarta, I. W. R. (2019). Pengaruh perbandingan terigu dengan tepung kecambah jagung (*Zea mays* L.) terhadap karakteristik flakes. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(2), 140-149. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i02.p04>
- Yunita, I., Setyaningsih, D. N., & Agustina, T. (2014). Pengaruh penggunaan sari bit (*Beta vulgaris* l) pada kualitas roti tawar. *Food Science and Culinary Education Journal*, 3(1), 56-62. <https://doi.org/10.15294/fsce.v3i1.7822>