

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN SERBUK DAUN MANGROVE (*Sonneratia caseolaris*) TERHADAP KUALITAS DAN UMUR SIMPAN ROTI TAWAR

Sumartini¹, Kurnia Sada Harahap¹, Novi Luthfiyana^{2*}

¹Departemen Pengolahan Hasil Laut, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai, Riau

²Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara

Diterima: 15 April 2022/Disetujui: 10 Agustus 2022

*Korespondensi: luthfiyananovi@gmail.com

Cara sitasi (APA Style 7th): 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>

Abstrak

Roti tawar merupakan pilihan praktis masyarakat untuk sarapan sebagai alternatif pengganti nasi. Permasalahan terbesar pada roti tawar salah satunya, yaitu mudah mengalami penurunan mutu dikarenakan umur simpan yang pendek sehingga sangat cepat ditumbuhi jamur dan munculnya bau tengik. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan dan kualitas roti tawar adalah penambahan antioksidan alami berupa serbuk daun mangrove (*Sonneratia caseolaris*). Tujuan penelitian ini menentukan pengaruh penambahan serbuk daun mangrove (SDM) terhadap kualitas dan umur simpan roti tawar. Metode penelitian ini mengikuti Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari enam perlakuan yaitu penambahan SDM 0g/100g (kontrol), 0,5g/100g, 1g/100g, 1,5g/100g, 2g/100g, dan 2,5g/100g dengan tiga kali ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan uji Jarak Nyata Terdekat Duncan (JNTD) pada taraf 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan SDM secara signifikan meningkatkan Perlakuan SDM 0,5-1,50 g/100g tidak berpengaruh secara signifikan pada volume dan kekerasan roti tawar namun perlakuan SDM 2-2,5g/100g berpengaruh secara signifikan pada volume dan tekstur roti tawar. Penambahan SDM pada roti tawar dapat meningkatkan persen inhibisi antioksidan pada roti tawar. Perlakuan penambahan SDM terbukti efektif dalam mengurangi tingkat akumulasi peroksida dengan perlakuan terbaik pada penambahan SDM 2g/100g yang dapat mengurangi tingkat akumulasi peroksida selama delapan hari masa simpan. Hal ini dikarenakan penambahan serbuk daun mangrove berpotensi menurunkan laju oksidasi lemak dan meningkatkan peran antioksidan selama masa simpan roti tawar.

Kata kunci: antioksidan, ketengikan, peroksida, oksidasi, roti

The Effectiveness of Adding Mangrove Leaf Powder (*Sonneratia caseolaris*) on the Quality and Shelf Life of White Bread

Abstract

White Bread is a practical choice for people for breakfast as an alternative to rice. One of the biggest problems with white bread is that it is easy to experience quality degradation due to a short shelf life so that mold grows very quickly and the appearance of a rancid smell. Effort that can be done to extend the shelf life and quality of white bread is the addition of natural antioxidants in the form of mangrove leaf powder (*Sonneratia caseolaris*). This purpose of this study to determine the effect of adding mangrove leaf powder (SDM) on the quality and shelf life of white bread. This research method used a completely randomized design (CRD) which consisted of six treatments, namely the addition of SDM 0g/100g (control), 0.5g/100g, 1g/100g, 1.5g/100g, 2g/100g, and 2.5g/100g with three replicates. Data were analyzed by ANOVA and Duncan's Closest Real Distance Test (JNTD) at 0.05 level. The results showed that the addition of SDM significantly increased the SDM treatment 0.5-1.50 g/100g did not significantly affect the volume and hardness of white bread but the HR treatment of 2-2.5g/100g significantly affected the volume

and texture of white bread. . The addition of SDM in white bread can increase the percentage of antioxidant inhibition in white bread. The addition of SDM was proven to be effective in reducing the level of peroxide accumulation with the best treatment being the addition of 2g/100g of SDM which could reduce the level of peroxide accumulation for eight days of storage. This is because the addition of mangrove leaf powder has the potential to reduce the rate of fat oxidation and increase the role of antioxidants during the shelf life of white bread.

Keyword: antioxidant, bread, oxidation, peroxide, rancidity

PENDAHULUAN

Roti tawar merupakan pilihan praktis yang biasa digunakan masyarakat untuk sarapan sebagai alternatif pengganti nasi. Permasalahan pada roti tawar yang paling sering ditemui adalah masa simpan yang relative singkat apabila disimpan pada suhu ruang (20-26°C) akibat adanya jamur dan oksidasi lemak yang mengakibatkan sensasi tengik. Oksidasi lemak pada roti tawar terjadi jika disimpan pada suhu ruang dan terpapar langsung oleh oksigen dan sinar matahari. Roti tawar tanpa pengemas pada suhu ruang juga akan menyebabkan kekerasan pada bagian permukaannya sehingga menginisiasi terjadinya oksidasi lemak. Oksidasi lemak pada roti tawar dapat dihambat salah satunya dengan antioksidan serta penyimpanan pada suhu rendah. Aminah (2010) melaporkan bahwa bau tengik pada minyak disebabkan oleh adanya peningkatan jumlah bilangan peroksida. Tingginya kadar peroksida juga merupakan tanda bahwa lemak atau minyak telah mengalami reaksi oksidatif.

Kualitas utama yang perlu diperhatikan saat pembuatan roti tawar adalah daya kembang, volume roti, pori-pori yang terbentuk serta tekstur yang meliputi kekerasan (*hardness*), kekenyalan (*chewiness*), dan ketahanan (*resilience*). Yana (2015) menjelaskan bahwa mutu roti tidak lepas dari penentuan penggunaan bahan dan cara pembuatannya. Apabila bahan yang dipilih bermutu dan cara pembuatan sesuai dengan teknik yang tepat, maka hasil produk roti bermutu baik pula. Variasi dan kualitas roti ditentukan kualitas bahan baku, campuran, dan teknik yang digunakan saat produksi. Alternatif untuk memperpanjang daya awet dan kualitas roti tawar salah satunya dengan penambahan antioksidan alami.

Beberapa penelitian penambahan antioksidan pada roti tawar yang telah

dilakukan sebelumnya, yaitu penambahan tepung kedelai (Hayastika *et al.*, 2017), penambahan bubuk daun teh (Ning *et al.*, 2017), dan penambahan ubi jalar ungu (Hardoko & Siregar, 2011). Penelitian lima tahun terakhir menunjukkan bahwa sumber antioksidan alami yaitu daun mangrove, salah satunya spesies *Sonneratia caseolaris* memiliki potensi sebagai alternatif antioksidan alami karena memiliki kandungan senyawa bioaktif antara lain alkaloid, tanin, saponin, dan flavonoid (Sumartini *et al.*, 2022). Penelitian terkait aktivitas antioksidan dan pemanfaatan *S. caseolaris* telah banyak dilakukan. Ekstrak daun *S. caseolaris* menghasilkan IC₅₀ 24,22 ppm yang menunjukkan aktivitas sangat kuat (Syamsul *et al.*, 2020), aktivitas antioksidan daun *S. caseolaris* sebagai pengawet alami pada ikan segar (Sumartini *et al.*, 2021). Sifat senyawa antioksidan adalah menghambat dan mencegah reaksi oksidasi pada bahan makanan. Terjadinya oksidasi pada makanan terjadi karena adanya radikal bebas yang menjadi indikator perubahan kualitas makanan selama penyimpanan. Produk makanan dengan asam lemak tak jenuh tinggi mudah teroksidasi sehingga mudah menjadi tengik (Ratrinia *et al.*, 2022). Berdasarkan uraian dan pemaparan yang telah disampaikan, tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh penambahan serbuk daun mangrove (SDM) terhadap kualitas dan umur simpan roti tawar.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah serbuk daun mangrove spesies Pidada merah (*S. caseolaris*) yang diperoleh dari Bandar Bakau Dumai, Riau. Bahan formulasi roti terdiri dari tepung gandum, air, *shortening*, gula, garam, susu skim tanpa lemak, ragi instan, dan tepung barli malt. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven pengering

(Mommert, Jerman), timbangan digital (Tanita KD-160, Indonesia), timbangan analitik tipe 210-LC (Adam, Amerika Serikat), blender (Philips HR2116, Belanda), mikser (Philips HR1559, Belanda), lemari fermentasi (National Mfg. Co. Lincoln, NE), pengukur volume roti (Mettler toledo), *texture analyzer* (Texture Technologies Corp. NY), ayakan 60 mesh, baskom, cetakan roti, dan spatula.

Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pembuatan serbuk daun mangrove (SDM) *S. caseolaris*, penentuan sifat pencampuran adonan, dan pembuatan roti tawar yang mengandung SDM dengan berbagai perlakuan yaitu 0g/100g (kontrol), 0,5g/100g, 1g/100g, 1,5g/100g, 2g/100g, dan 2,5g/100g. Roti tawar yang dihasilkan kemudian dianalisis kualitasnya melalui uji volume spesifik, intensitas warna, profil tekstur, aktivitas antioksidan, dan nilai peroksida.

Preparasi serbuk daun mangrove

Daun mangrove *S. caseolaris* dipilih yang berukuran besar dan tidak terlalu tua ataupun muda. Daun kemudian dipotong hingga berukuran lebih kecil. Daun dikeringkan selama ± 3 hari dengan panas matahari dan dihaluskan menjadi serbuk. Serbuk daun mangrove (SDM) disimpan pada suhu 5°C (40°F). Kandungan fitokimia SDM yang telah diuji sebelumnya berdasarkan Lanisthi (2015), antara lain saponin, tanin, alkaloid, dan flavonoid. Preparasi menjadi serbuk daun mangrove disajikan pada Gambar 1.

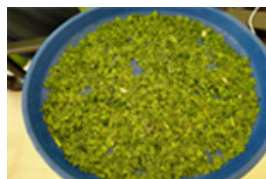
Sifat pencampuran adonan

Karakteristik adonan ditentukan menggunakan Mixolab (Chopin Technologies Inc. Paris, Prancis). Berat adonan adalah 75 g dan konsistensi target (C1) adalah 1,1 Nm ($\pm 0,05$ Nm). Suhu tangki pencampur dipertahankan pada 30°C (86°F) dengan

penangas air yang bersirkulasi dan kecepatan pencampuran adalah 80 rpm. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai C1 (T1), waktu stabilitas, torsi pati gelatinisasi (C3), torsi stabilitas gel panas (C4), dan torsi retrogradasi pati pada fase pendinginan (C5).

Preparasi roti tawar dengan penambahan SDM

Roti dipreparasi sesuai dengan metode AACC International (Metode 10-10B) dengan beberapa modifikasi. Formulasi roti adalah tepung gandum (187,98 g), air (166,00 g), *shortening* (6,00 g), gula (12,00 g), garam (3,00 g), susu skim tanpa lemak (2,00 g), ragi instan (2,00 g), dan tepung barli malt (0,40 g). Serbuk daun mangrove ditambahkan dengan beberapa perlakuan yaitu, 0g/100 g (kontrol), 0,5g/100 g, 1,0 g/100 g, 1,5 g/100 g, 2,0 g/100 g, dan 2,5 g/100 g. Bahan kering dan SDM dicampur dalam mikser pengaduk selama 1 menit. Air dan *shortening* ditambahkan perlahan dan dicampur selama 6 menit sampai adonan sepenuhnya mengembang. Adonan dibagi menjadi dua bagian 170 g, ditempatkan di dua mangkuk aluminium tahan karat yang diolesi sedikit minyak, dan difermentasi dalam lemari fermentasi selama 180 menit pada 30°C (86°F) dan *relative humidity* (RH) 85%. Setelah 180 menit fermentasi, adonan dicetak dengan cetakan dan ditempatkan ke dalam loyang, kemudian didiamkan selama 60 menit pada suhu 30°C (86°F) dan RH 85%. Adonan roti dalam cetakan dipanggang pada 204°C (400°F) selama 26 menit. Setelah 60 menit pendinginan pada suhu kamar, kemudian dipotong secara mekanis menjadi irisan setebal 20 mm menggunakan alat pemotong roti. Uji coba pembuatan roti direplikasi sebanyak tiga kali (Ning *et al.*, 2017). Roti tawar dengan penambahan SDM kemudian diuji kualitasnya melalui pengukuran volume spesifik, intensitas warna, profil tekstur dan aktivitas antioksidan sedangkan untuk



Gambar 1 Proses pembuatan serbuk daun mangrove *S. caseolaris*

pengujian nilai peroksida, roti terlebih dahulu dikemas dalam wadah plastik pada suhu ruang yaitu pada 37°C dan RH 65% selama 8 hari (0, 4 dan 8) (Ren *et al.*, 2011).

Analisis volume spesifik

Roti didinginkan hingga suhu kamar selama 60 menit dan berat roti diukur menggunakan timbangan analitik. Volume roti dan volume spesifik ditentukan menggunakan pengukur volume roti.

Analisis profil tekstur

Analisis profil tekstur (TPA) roti mengacu pada metode Fan *et al.* (2014). Irisan roti (ketebalan 20 mm) ditempatkan di atas piring datar dan dikompresi hingga 30% dari ketebalan aslinya pada kecepatan 3,0 mm/s menggunakan *probe* akrilik silinder berdiameter 1 inci (25 mm) (Model: TA 3); kompresi dihentikan selama 5 detik setelah kompresi 30%. Parameter yang diuji menggunakan TA-TX meliputi kekerasan, kekenyalan, dan ketahanan.

Analisis intensitas warna

Analisis intensitas warna diukur menggunakan C-Cell Hunterlab (Minolta) dan dinyatakan sebagai nilai kecerahan, L*, a*, dan b*. Nilai *lightness* (L*) mewakili warna hitam-putih, a* mewakili warna hijau-merah, dan b* mewakili warna biru-kuning. Morfologi butir remah dicirikan oleh jumlah sel, diameter, dan ketebalan dinding. Analisis dilakukan sebanyak 10 kali ulangan.

Analisis nilai peroksida

Serbuk roti tawar ditimbang sebanyak 200 g lalu ditempatkan dalam labu berbentuk kerucut 500 mL dan 240 mL dan ditambahkan dengan petroleum eter. Setelah itu diekstraksi 14-18 jam, larutan didistilasi selama 15 menit dengan evaporator putar untuk menghilangkan petroleum eter. Residu dikeringkan di udara selama satu jam pada 50°C (122°F), dan lipid diperoleh. Lipid sebanyak 3-5 g dilarutkan dalam 30 mL kloroform dan asam asetat glasial larutan (V:V 2:3), dan dibiarkan bereaksi selama 3 menit dalam keadaan gelap kemudian ditambahkan 80 mL air suling bersama dengan 1 mL kanji

indikator (10 g/L), dan larutan dititrasi dengan 0,01 N natrium larutan standar tiosulfat. Nilai peroksida (PV) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{mek O}_2/\text{Kg} = \frac{1000 \times N \times (V_0 - V_1)}{W}$$

Keterangan:

N: Normalitas larutan standar natrium tiosulfat 0,01 N, dinyatakan dalam normalitas, (N)

Vo: Volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang diperlukan pada peniteran contoh, dinyatakan dalam mililiter (mL)

V1: Volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang diperlukan pada peniteran blanko, dinyatakan dalam mililiter (mL)

W: bobot contoh, dinyatakan dalam gram (g)

Analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH

Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan berdasarkan metode DPPH yang mengacu Molyneux (2004). Roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove (SDM) dihancurkan menggunakan cawan porselen sampai halus. Sampel roti tawar yang sudah halus dimasukkan ke dalam gelas kimia lalu ditambahkan larutan metanol. Larutan kemudian disaring dan dilakukan analisis antioksidan. Sampel dibuat larutan stok dengan konsentrasi 1.000 ppm dalam larutan metanol. Larutan sampel diencerkan sehingga diperoleh larutan sampel dengan seri konsentrasi yaitu 200, 400, 600, 800, dan 1.000 ppm. Setiap konsentrasi larutan sampel diambil sebanyak 4 mL dan direaksikan dengan 1 mL larutan DPPH, 0,2 mM. Absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Persen penghambatan (% *inhibition*) dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Uji total fenol

Pengujian total fenol mengacu pada metode Chatatikin *et al.* (2013). Tahap pertama yang dilakukan dalam uji total fenol adalah pembuatan larutan asam galat. Larutan asam galat dibuat dengan seri konsentrasi 0,

5, 15, dan 20 ppm kemudian ditambahkan 5 mL akuades dan 0,5 mL reagen Folin-Ciocalteu 50%. Larutan diinkubasi selama 5 menit dan ditambahkan 1 mL Na_2CO_3 5% hingga homogen. Serapan yang dihasilkan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 725 nm.

Sampel ditimbang sebanyak 5 mg lalu dilarutkan ke dalam 2 mL metanol pro analisis (PA). Larutan ditambahkan 5 mL akuades dan 0,5 mL reagen Folin-Ciocalteu 50% lalu diinkubasi selama 5 menit kemudian ditambahkan 1 mL Na_2CO_3 5% lalu dihomogenkan dan diinkubasi dalam kondisi gelap selama satu jam. Serapan yang dihasilkan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 725 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan 3 kali ulangan. Spektrofotometer UV-Vis dikalibrasikan dengan kurva standar asam galat untuk didapatkan total fenol dalam mg GAE/g. Total fenol dalam mg GAE/g dihitung dengan persamaan:

$$C = \text{CGAE} \times V/G$$

Keterangan:

- C : Kadar total fenol
 CGAE : Kadar total fenol dalam bentuk ekuivalen asam galat (mg/mL)
 V : Volume ekstrak yang dihasilkan
 G : Massa bahan (g)

Uji total flavonoid

Pengujian total flavonoid dalam penelitian ini mengacu pada Puspitasari & Prayoga, (2016) dengan modifikasi. Tahap pertama yang dilakukan adalah pembuatan kurva standar kuarsetin. Larutan kuarsetin dibuat dengan konsentrasi larutan baku sebesar 1.000 ppm. Larutan kuarsetin diencerkan sehingga diperoleh larutan standar dengan seri konsentrasi 50, 100, 150, dan 200 ppm kemudian ditambahkan 1,5 mL metanol, 0,1 mL AlCl_3 10%, 0,1 mL CH_3COOK 1 M, dan 2,8 mL akuades. Larutan kemudian dihomogenkan (vortex) lalu diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi larutan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm.

Sebanyak 0,5 mL suspensi roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove dengan konsentrasi 1.000 ppm dipipet ke

dalam tabung reaksi, ditambahkan 1,5 mL metanol, 0,1 mL AlCl_3 10%, 0,1 mL CH_3COOK 1 M dan 2,8 mL akuades. Larutan kemudian dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi larutan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan 3 kali ulangan dan dikalibrasikan dengan kurva standar kuarsetin untuk didapatkan total flavonoid yang dinyatakan dalam satuan mg ekuivalen kuarsetin/g ekstrak (mg QE/g ekstrak) atau dengan % dengan rumus perhitungan:

$$C = \text{CQE} \times V \times \text{Fp} / M \times 100\%$$

Keterangan:

- C : Total flavonoid
 CQE : Konsentrasi kuarsetin (mg/mL)
 V : Volume ekstrak (L)
 M : Berat ekstrak (g)
 Fp : Faktor pengenceran

Analisis Data

Semua pengukuran dan pengujian dilakukan sebanyak tiga kali ulangan termasuk percobaan pembuatan roti. Analisis statistik dilakukan dengan perangkat lunak SPSS versi 22 dan menggunakan analisis varians satu arah (ANOVA). Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan kemudian uji lanjut menggunakan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Adonan dan Komposisi Kimia Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

Karakteristik adonan pada perlakuan yang berbeda cenderung tidak memperlihatkan adanya perbedaan signifikan ($p > 0,05$). Hasil ini mungkin karena serbuk daun mangrove yang ditambahkan relatif kecil sehingga tidak signifikan dalam mengubah karakteristik dan sifat adonan roti tawar. Sollner (2013) menyatakan bahwa ciri dari pembuatan adonan roti dapat ditinjau dari hasil kekuatan gluten yang dihasilkan meliputi elastisitas, ekstensibilitas, dan plastisitas. Gluten yang dihasilkan dari tepung terigu protein tinggi mempunyai kekuatan daya serap air yang besar, bentuk adonan elastis, dan bentuk roti yang besar. Gluten dengan kekuatan yang rendah tidak dapat memberikan hasil tersebut.

Tabel 1 memperlihatkan perlakuan penambahan serbuk daun mangrove tidak menghasilkan komposisi kimia roti tawar yang berbeda nyata ($p>0,05$) pada parameter kandungan air dan karbohidrat. Kadar air tertinggi dimiliki oleh roti tawar dengan perlakuan penambahan SDM sebesar 1 g sedangkan terendah ditunjukkan oleh kontrol (0 g). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan SDM cenderung meningkatkan nilai kadar air. Nilai karbohidrat tertinggi diperoleh pada kontrol dan terendah pada perlakuan penambahan SDM sebesar 1,5 g. Semakin tinggi penambahan SDM menunjukkan tren sedikit penurunan nilai karbohidrat namun tidak signifikan.

Hasil kadar abu, protein, dan lemak menunjukkan hasil berbeda nyata ($p<0,05$). Hasil kadar protein dan lemak berbeda dipengaruhi oleh adanya perbedaan kandungan bahan baku yang terdapat pada serbuk daun mangrove. Kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan 2,5 g SDM artinya semakin tinggi kadar penambahan SDM maka semakin besar nilai kadar abu. Kadar abu adalah komposisi kimia yang tidak dapat terbakar dengan cara pengabuan seperti SiO_2 dan berbagai jenis logam lain. Sumartini *et al.* (2022) melaporkan bahwa penambahan SDM mampu menghambat penurunan kadar abu coklat batangan selama 14 hari penyimpanan dan menekan penurunan kadar air, protein serta karbohidrat. Aryani *et al.* (2019) mengungkapkan nilai kadar abu pada bahan dipengaruhi kualitas awal bahan yang digunakan dan proses pengolahan yang telah dilakukan.

Volume Spesifik Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

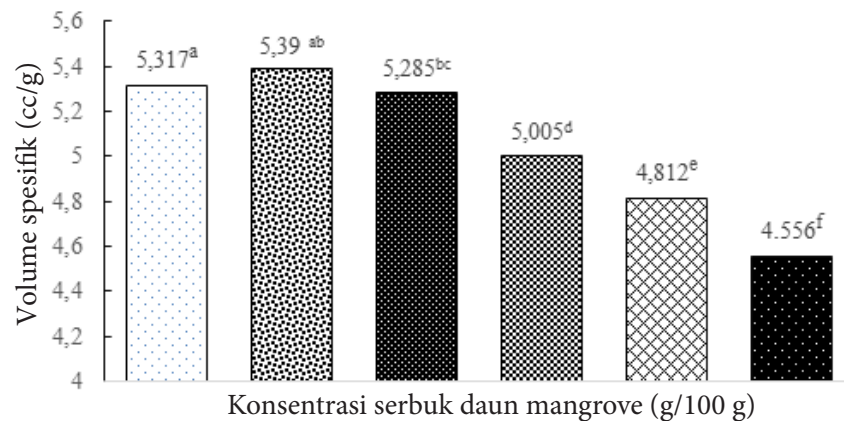
Volume spesifik didefinisikan sebagai volume pada satuan berat roti yang merefleksikan derajat pengembangannya. Hasil volume spesifik roti tawar dengan beberapa perlakuan penambahan SDM disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2 memperlihatkan penambahan serbuk daun mangrove yang berbeda menggambarkan pengaruh pada volume spesifik roti tawar. Semakin banyak penambahan SDM maka volume spesifiknya akan mengalami penurunan. Penambahan serbuk daun mangrove sebanyak 0-1 g tidak berbeda nyata ($p>0,05$) di sisi lain penambahan SDM sebesar 1,5-2,5 g menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($p<0,05$). Parwiyanti *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa volume spesifik menunjukkan volume per satuan berat roti yang berpengaruh pada derajat pengembangannya. Semakin besar nilainya, maka pengembangan roti yang dihasilkan akan semakin baik. Prabowo *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kenaikan pada substitusi menyebabkan volume spesifik yang dihasilkan turun. Penurunan volume spesifik dapat meningkatkan jumlah bahan penyusun dinding pori yang berakibat naiknya ketetapan bahan terhadap deformasi.

Gambar 2 merepresentasikan bahwa perlakuan penambahan 2 dan 2,5 g SDM memiliki volume spesifik yang lebih rendah sehingga hasil roti tawar lebih bantat. Perbandingan pengembangan hasilnya berbanding lurus dengan volume spesifik, semakin kecil volume spesifik roti tawar maka

Tabel 1 Komposisi kimia roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove (SDM)

Perlakuan penambahan (g/100 g)	Air (%)	Abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
0	40,25±0,01 ^a	0,70±0,11 ^a	7,48±0,05 ^a	1,28±0,03 ^a	45,47±0,05 ^a
0,5	42,20±0,06 ^a	0,88±0,04 ^{ab}	7,43±0,04 ^a	2,08±0,07 ^b	45,87±0,01 ^a
1,0	43,28±0,08 ^a	0,98±0,03 ^c	8,40±0,10 ^{ab}	2,48±1,05 ^{bc}	44,47±0,15 ^a
1,5	42,21±0,02 ^a	1,10±0,01 ^{cd}	7,40±0,08 ^a	2,15±0,10 ^b	44,27±0,08 ^a
2,0	42,19±0,05 ^a	1,17±0,07 ^d	7,39±0,22 ^a	1,38±0,05 ^a	44,37±0,15 ^a
2,5	40,58±0,10 ^a	1,23±0,11 ^d	7,48±0,10 ^a	2,06±0,05 ^b	44,39±0,04 ^a



Gambar 2 Volume spesifik roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove (SDM);

• kontrol; ▨ 0,5; ▩ 1; ▪ 1,5; ▸ 2; ▣ 2,5; penulisan angka dan huruf yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

perbandingan pengembangan berdampak semakin kecil pula (Surono *et al.*, 2017). Hasil tersebut memperlihatkan bahwa tidak hanya perbandingan maupun volume pengembangan saja yang memengaruhi volume spesifik, namun *water holding capacity* dari jenis tepung yang digunakan juga memengaruhi rasio pengembangan roti.

Profil Tekstur Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

Kekerasan pada remah roti dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai kualitas roti. Profil tekstur roti tawar pada penambahan SDM disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menjelaskan bahwa penambahan serbuk daun mangrove yang berbeda berpengaruh pada nilai kekerasan,

kekenyalan, dan ketahanan. Semakin tinggi penambahan serbuk daun mangrove maka kekerasan dan kekenyalan roti semakin meningkat sedangkan nilai ketahanan mengalami penurunan. Penambahan serbuk daun mangrove mengakibatkan selulosa akan membentuk struktur jala yang lebih kompak. Kekenyalan pada roti secara bertahap akan meningkat dengan penambahan serbuk daun mangrove. Kekenyalan berkorelasi negatif dengan kualitas roti. Zhang *et al.* (2009) melaporkan bahwa ketahanan roti dikaitkan dengan nilai Mixolab C4 dan C5 (karakterisasi gela pati dan retrogradasi).

Tekstur roti tawar dapat dipengaruhi oleh retrogradasi pati. Roti tawar dengan penambahan SDM yang disimpan selama lebih dari satu hari terjadi peningkatan nilai

Tabel 2 Profil tekstur roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove

Perlakuan penambahan (g/100 g)	Kekerasan (N)	Kekenyalan (N)	Ketahanan (N)
0	2,15±0,05 ^a	1,80±0,10 ^a	0,48±0,05 ^a
0,5	2,20±0,07 ^a	1,88±0,07 ^{ab}	0,43±0,04 ^{ab}
1,0	2,28±0,02 ^{ab}	1,98±0,05 ^c	0,40±0,10 ^b
1,5	2,31±0,03 ^{ab}	2,10±0,02 ^{cd}	0,40±0,08 ^b
2,0	2,39±0,08 ^c	2,30±0,08 ^d	0,39±0,22 ^{bc}
2,5	2,68±0,10 ^d	2,44±0,10 ^e	0,39±0,10 ^{bc}

Keterangan: Penulisan angka dan huruf yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

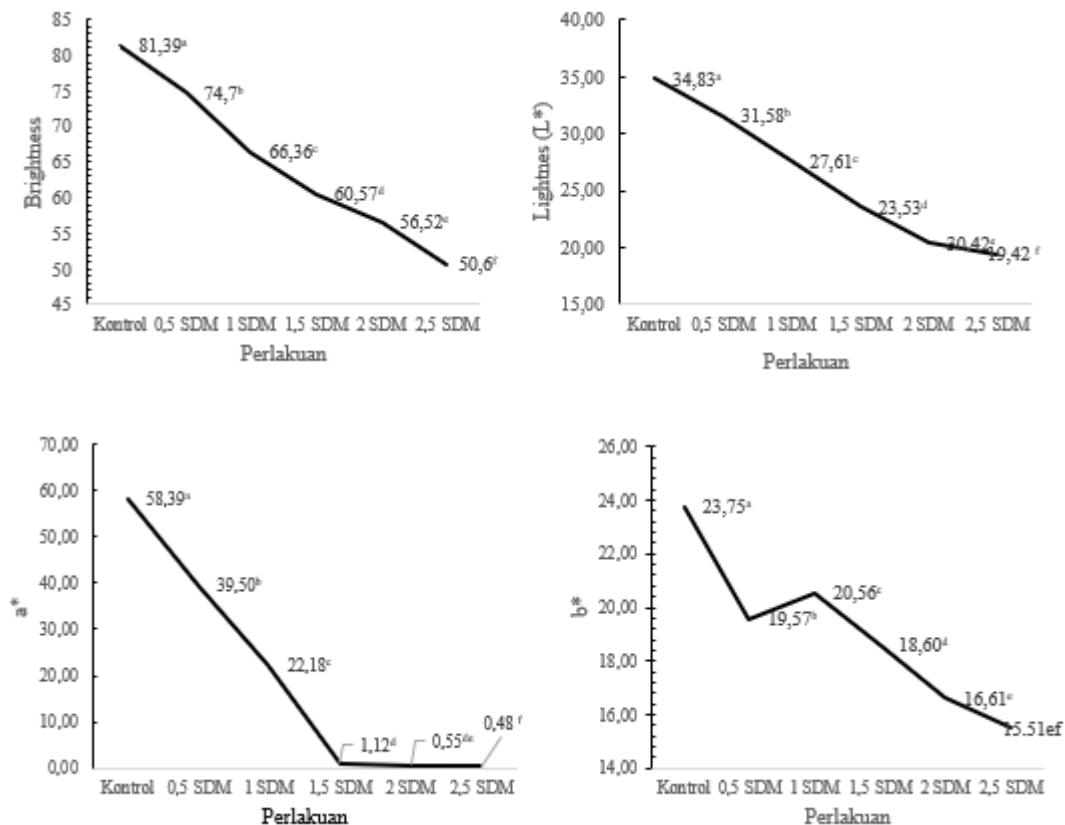
kekerasan, kekenyalan dan penurunan nilai ketahanan, karena pati mengalami *staling*. Terjadinya proses *bread staling* adalah urutan rangkaian perubahan sifat fisik dan kimia bahan di dalam roti yang terjadi pada masa penyimpanan. Bonnand *et al.* (2010) melaporkan bahwa penambahan serat gandum yang tidak larut menghasilkan adonan yang lebih kaku dan kemungkinan besar menjadi pengisi pada adonan.

Intensitas Warna Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

Salah satu karakteristik mutu roti tawar yang diinginkan oleh konsumen adalah warna. Karakteristik warna roti tawar dengan penambahan SDM yang berbeda disajikan pada Gambar 3.

Kecerahan warna remah roti dengan penambahan serbuk daun mangrove mengalami penurunan. Hal ini diperlihatkan

dengan nilai L*, a*, dan b* yang juga mengalami penurunan dengan meningkatnya jumlah serbuk daun mangrove (SDM) yang ditambahkan. Nilai a* berkurang menjadi hampir 0 dengan penambahan 2 dan 2,5 g SDM. Hal ini karena remah roti menjadi berwarna kehijauan dan berubah cokelat saat pemanggangan. Serbuk daun mangrove mengandung sekitar 1 g klorofil/100 g yang menunjukkan warna hijau bahkan sebagian rusak pada saat proses pemanggangan (Wan, 2007). Kecerahan remah roti diakibatkan oleh zat warna cokelat dari oksidasi katekin mengakibatkan beberapa bahan berwarna lebih gelap, misalnya thearubigin, theaflavin dan theabrownin pada temperatur tinggi dalam proses pemanggangan. Selain itu, pada saat yang sama klorofil juga mengalami kerusakan sehingga menghasilkan magnesium klorofil yang juga berwarna cokelat.



Gambar 3 Karakteristik warna roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove (SDM); (a) ketegasan warna roti; (b) nilai L*(Lightness) kecerahan; (c) nilai a*: derajat merah/hijau; b*: derajat kuning/biru; SDM = serbuk daun mangrove; 0,5-2,5 = Jumlah penambahan bubuk daun mangrove pada roti (g/100g)

Persen Inhibisi Antioksidan Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

Penelitian ini menjelaskan penambahan serbuk daun mangrove yang berbeda menunjukkan pengaruh pada persen inhibisi antioksidan roti tawar. Hasil penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Persen inhibisi antioksidan roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove

Perlakuan penambahan (g/100 g)	Persen inhibisi (%)
0	2,25±0,08 ^a
0,5	23,32±0,01 ^b
1,0	40,60±0,02 ^c
1,5	48,80±0,05 ^d
2,0	53,90±0,07 ^e
2,5	60,88±0,12 ^f

Keterangan: Penulisan angka dan huruf yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Tabel 3 memperlihatkan semakin tinggi penambahan serbuk daun mangrove maka semakin meningkat persen inhibisi antioksidan pada roti tawar yang dihasilkan. Aktivitas antioksidan pada semua perlakuan berpengaruh secara berbeda nyata ($p<0,05$). Hasil penelitian ini mengungkapkan adanya penambahan SDM dapat menghambat terjadinya kerusakan produk akibat oksidasi lemak. Sadhu *et al.* (2006) menyatakan bahwa kandungan bioaktif daun mangrove spesies *S. caseolaris* antara lain tanin, alkaloid, saponin, dan flavonoid di mana keseluruhan tersebut adalah turunan dari antioksidan. Trinh *et al.* (2022) juga melaporkan bahwa tingginya kadar total fenolik dan flavonoid pada suatu sampel dapat berkontribusi pada aktivitas antioksidan. Tanin dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Tanin memiliki sifat mampu mengecilkan membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel (Sari *et al.*, 2022). Hal ini menandakan tanin sangat berperan penting dalam menjaga kualitas roti selama masa simpan.

Total Fenol Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

Fenol adalah senyawa fitokimia yang diperoleh dalam serbuk daun mangrove yang berpotensi dapat menghambat oksidasi lemak dan radikal bebas. Hasil pengukuran total fenol roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Total fenol roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove

Perlakuan penambahan (g/100 g)	Kadar total fenol (mg GAE/g)
0	16,26±0,02 ^a
0,5	16,88±0,01 ^b
1,0	17,89±0,03 ^c
1,5	18,10±0,06 ^d
2,0	19,27±0,03 ^e
2,5	20,45±0,10 ^f

Keterangan: Penulisan angka dan huruf yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan serbuk daun mangrove memberikan pengaruh pada total fenol roti tawar yang dihasilkan. Perlakuan kontrol (0 g) tidak berbeda nyata ($p<0,05$) dengan penambahan 0,5 g namun berbeda nyata dengan kelompok perlakuan lainnya. Kadar total fenol meningkat seiring dengan adanya peningkatan jumlah serbuk daun mangrove yang ditambahkan. Fenol merupakan salah satu jenis antioksidan alam yang terkandung di dalam daun mangrove. Ratrinia *et al.* (2022) menjelaskan bahwa komponen antioksidan dalam *Sonneratia* sp. diketahui bersifat polar. Senyawa bioaktif yang diperoleh pada ekstrak metanol antara lain flavonoid, alkaloid, steroid, karbohidrat, gula pereduksi, fenol, hidrokuinon, dan asam amino. Sugiharto *et al.* (2016) menambahkan antioksidan larut air dapat memperlambat reaksi oksidasi roti tawar yang ditambahkan minyak ikan. Antioksidan dapat melawan radikal bebas pada fase air.

Total Flavonoid Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

Serbuk daun mangrove merupakan tumbuhan hijau yang memiliki potensi antioksidan dan senyawa bioaktif yang tinggi misalnya flavonoid, alkaloid, tanin, fenol, katekin, saponin, triterpenoid, dan masih banyak senyawa lainnya. Total flavonoid dari roti tawar dengan penambahan SDM yang berbeda terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Total flavonoid roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove

Perlakuan penambahan (g/100 g)	Kadar total flavonoid (mg QE/g)
0	13,24±0,02a
0,5	13,80±0,01b
1,0	14,79±0,03c
1,5	14,88±0,06c
2,0	15,20±0,03d
2,5	16,35±0,10e

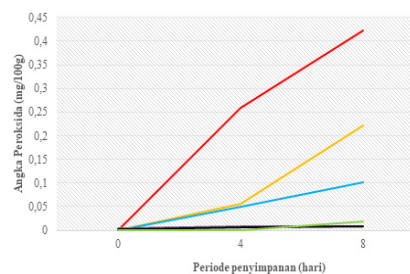
Keterangan: Penulisan angka dan huruf yang sama memperlihatkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan serbuk daun mangrove memberikan pengaruh pada total flavonoid roti tawar yang dihasilkan. Semakin tinggi jumlah penambahan serbuk daun mangrove maka total flavonoid akan semakin meningkat. Perlakuan penambahan 1-1,5g SDM tidak berbeda nyata ($p>0,05$) tetapi perlakuan kontrol dan penambahan 2-2,5 g SDM berbeda nyata ($p<0,05$). Fungsi flavonoid pada penelitian ini hampir sama dengan fenol yakni sebagai senyawa aktif yang berperan sebagai antioksidan alami. Syamsul *et al.* (2020) menyatakan bahwa sampel *S. alba* memiliki kandungan bioaktif misalnya steroid, fenol, tanin, flavonoid, hidrokuinon dan dua flavonoid yaitu luteolin dan luteolin 7-O- β glukosida. Gazali *et al.* (2020) juga menyatakan *S. alba* memiliki kandungan steroid, fenol, tanin dan saponin. Putri *et al.* (2012) menyatakan bagian daun *Sonneratia* sp. Memiliki metabolit sekunder misalnya tanin dan flavonoid. Senyawa flavonoid adalah jenis terbesar dari senyawa fenol yang efektif menangkal radikal bebas yang telah

dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku obat-obatan.

Angka Peroksida Roti Tawar dengan Penambahan Serbuk Daun Mangrove

Angka peroksida (PV) adalah pengujian yang dilakukan untuk memantau aktivitas oksidasi lipid. Peningkatan angka peroksida selama masa simpan merupakan salah satu indikator penurunan kualitas suatu bahan makanan. Peningkatan angka peroksida selama masa simpan menunjukkan kandungan peroksida pada bahan meningkat karena proses oksidasi. Angka peroksida roti tawar dengan penambahan SDM yang berbeda selama masa simpan 8 hari disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Nilai angka peroksida roti tawar dengan penambahan serbuk daun mangrove (SDM) selama 8 hari

Gambar 4 menunjukkan bahwa angka peroksida roti tawar selama masa simpan 8 hari mengalami peningkatan tetapi roti kontrol memperoleh hasil yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan roti dengan penambahan SDM. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan SDM sangat efektif dalam mengendalikan laju produksi peroksida. Hasil ini diduga karena kandungan antioksidan yang pada serbuk daun mangrove dapat menghambat oksidasi asam lemak tak jenuh dari roti tawar dan menunjukkan kemampuannya untuk dapat memperpanjang umur simpan roti. Pengaruh penambahan antioksidan alami pada produk mie basah dapat meningkatkan kualitas gizi dan kerusakan produk selama masa simpan (Sumartini *et al.*, 2022). Asam lemak tak jenuh dalam roti dapat dengan mudah teroksidasi selama penyimpanan dan menyebabkan pembentukan *off-flavor* dan rasa pahit pada roti (Jensen *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Serbuk daun mangrove tidak memengaruhi karakteristik adonan roti tawar. Penambahan serbuk daun mangrove dapat meningkatkan kadar abu, nilai kekerasan, kekenyalan, persen inhibisi antioksidan, total fenol, total flavonoid dan menurunkan volume spesifik, nilai ketahanan, kecerahan warna, dan angka peroksida roti tawar yang dihasilkan. Penambahan serbuk daun mangrove berpotensi menurunkan laju oksidasi lemak dan meningkatkan peran antioksidan selama masa simpan roti tawar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S. (2010). Bilangan peroksida minyak goreng curah dan sifat organoleptik tempe pada pengulangan penggorengan. *Jurnal Pangan dan Gizi Universitas Muhammadiyah Semarang*, 1(1), 7-14. <https://doi.org/10.26714/jpg.1.1.2010.%25p>
- Aryani, N.S. (2019). Karakteristik roti tawar substitusi tepung kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNSRI*, 4 (2): 65–73.
- Bonnand, D.M., Dela V., & Lefebvre, J. (2010). Effect of wheat dietary fibers on bread dough development and rheological properties. *Journal of Cereal Science*, 52(1), 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.05.006>
- Chatatikun, M., & Chiabchalard, A. (2013). Phytochemical screening and free radical scavenging activities of orange baby carrot and carrot (*Daucus carota* Linn.) root crude extracts. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5(4), 97–102.
- Fan, W.J., Yu, J.C., & Wang, S.Y. (2014). The effect of inulin on rheological properties of dough and quality of bread. *Journal Science and Technology of Food Industry*, 35(1), 282-285. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15491>
- Hardoko, & Siregar, T.M. (2011). Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. Poir) as a Partial Substitute of Wheat flour and Source of Antioxidant on Plain Bread. *Jurnal. Teknol. dan Industri Pangan*, 21(1), 25-32.
- Hayastika, Ansharullah, & Asyik N. (2017). The Effect of Soybean Flour Substitution on Antioxidant Activity of Pan Bread. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 2(4), 684-691.
- Jensen, S., Oestdal, H., Clausen, M.R., Andersen, M.L., & Skibsted, L.H. (2011). Oxidative stability of whole wheat bread during storage. *Journal Food Science and Technology*, 44(3), 637-642.
- Harahap, K.S., Sumartini, & Ikhsan, S.A. (2021, Agustus 11-12). Potential various mangrove fruit extract as a bacterial growth resistor in *Euthynnus affinis*. [IOP conference]. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia.
- Lanisthi, Dida, & Fitri. (2015, Oktober 24-25). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol dan Ekstrak Air Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). [Prosiding seminar nasional kefarmasian]. Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences (Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian, Samarinda, Indonesia).
- Lim, J.G., Park, H.M., & Yoon, K.S. (2020). Analysis of saponin composition and comparison of the antioxidant activity of various parts of the quinoa plant (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food science and nutrition*, 11(2), 694-702. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1358>
- Molyneux, P. (2004). The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioksidan activity. *Journal of Sciences and Technology*. 26(2): 211-219. <http://rdo.psu.ac.th/sjstweb/index.php>
- Ning, J., Hou, G.G., Sun, J., Wan, X., & Dubat, A. (2017). Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT. Food Science and Technology*, 79, 342-348. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.052>
- Parwiyanti, P., Pratama, F., Wijaya, A., & Malahayati, N. (2019). Karakteristik Roti Bebas Gluten Berbahan Dasar Pati

- Ganyong Termodifikasi. *AgriTECH*, 38(3), 337-334. <https://doi.org/10.22146/agritech.16946>
- Puspitasari, D.A., & Prayoga, L.S. (2016). Pengaruh Waktu Perebusan terhadap kadar Flavonoid Total Daun Kersen (*Muntingia calabura*). *Inovasi Teknik Kimia*, 1(2), 104-108. <http://dx.doi.org/10.31942/inteka.v1i2.1657>
- Putri, I.J, Fauziyah, & Elfita. (2012). Aktivitas antioksidan daun dan biji buah Nipah (*Nypa fruticans*) asal Pesisir Banyuasin Sumatera Selatan dengan metode DPPH. *Maspari Journal*, 5(1), 16-21. <https://doi.org/10.56064/maspari.v5i1.1293>
- Ratrinia, P.W., Sumartini, & Komala, U.I. (2022, Agustus, 11-12). The effect of addition mangrove leaves powder to lipid oxidation of chocolate bar during the shelf life. [IOP conference]. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia. Bogor.
- Ratrinia, P.W, Sumartini, & Hasibuan, N.E. (2022, Agustus, 11-12). The effect of addition different types of binders to the effervescent chemical characteristics of *Sonneratia caseolaris* fruits. [IOP conference]. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia.
- Prabowo, S. (2011). Gari Flour Substitution in the Bread Making. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 7(1), 23-27.
- Sari, R.P., & Sumartini. (2022, Agustus, 11-12). Study of changes in freshness quality of mackerel (*Scomberomorus commerson*) with extract concentration and variation of mangrove leaves. [IOP conference]. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia.
- Sadhu, S.K., Ahmed, F., Ohtsuki, T., & Ishibashi, M. (2006). Flavonoids from *Sonneratia caseolaris*. *Journal of Natural Medicines*, 60(3), 264-265. <https://doi.org/10.1007/s11418-006-0029-3>
- Sivam, A.S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S., & Perera, C.O. (2010). Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: A review, *Journal of Food Science*, 75(1), 163-174. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01815.x>
- Sugiharto, R., Koesoemawardhani, D., & Apriyani, T. (2016). Efek penambahan antioksidan terhadap sifat sensori dan lama simpan roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 21(2): 107-120. <http://dx.doi.org/10.23960/jtjhp.v21i2.107%20-%20120>
- Sumartini, Ratrinia, P.W., & Hutabarat, R.F. (2022, Agustus, 11-12). The effect of mangrove types and leave maturity on the mangrove leaves (*Sonneratia alba*) and (*Rhizophora mucronata*) tea powder. [IOP conference]. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia.
- Sumartini, Ratrinia, P.W., & Sitorus, K.H. (2022, Agustus, 11-12). Proximate and nutrition analysis of chocolate bar with addition of mangrove leaves powder during the shelf life. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, [IOP conference]. 3rd International Conference on Integrated Coastal Management & Marine Biotechnology, Bogor, Indonesia.
- Surono, D.I., Nurali, M.S., Judith, S.C., & Moningka, M.S. (2017). Kualitas fisik dan sensoris roti tawar bebas gluten bebas kasein berbahan dasar tepung komposit pisang goroho (*Musa acuminata* L). *COCOS*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i1.14852>
- Syamsul, E.S., Supomo, & Jubaedah, S. (2020). Characterization and Evaluation of Antioxidant Activity of Red Pidada Leaves (*Sonneratia caseolaris* L). *Jurnal Riset Kimia*, 6(3), 184-190. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i3.15319>
- Trinh, N.T.N., Tuan, N.N., Thang, T.D., Kuo, P.C., Thanh, N.B., Tam, L.N., Tuoi, L.H., Nguyen, T.H.D., Vu, D.C., & Ho, T.L. (2022). Chemical Composition Analysis and Antioxidant Activity of Coffea robusta Monofloral Honeys from Vietnam. *Foods*, 11(388), 1-15. <https://doi.org/10.3390/>

foods11030388

- Wan, X.C. (2007). *Tea biochemistry*. China agriculture press.
- Wang, R., & Zhou, W.B. (2004). Stability of tea catechins in the breadmaking process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 109: 310-318. <https://doi.org/10.1021/jf048655x>
- Yana, S. (2015). Analisis Pengendalian Mutu Produk Roti pada Nusa Indah Bakery Kabupaten Aceh Besar. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 4(1), 17-23. <https://doi.org/10.53912/iejm.v4i1.41>
- Gazali, M., Nurjanah., Ukhty, N., Nurdin, M., & Zuriat. (2020). Skrining senyawa bioaktif daun perepat (*Sonneratia alba* J.E. Smith) sebagai antioksidan asal pesisir Kuala Bubon Aceh Barat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 402-411. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i2.31684>
- Zhang, Y., Wang, Y.M., Chen, X.M., Wang, D.S., Humieres, G.D., & Feng, J.J. (2009). Relationships of Mixolab parameters with farinograph, extensograph parameters, and bread-making quality. *Acta Agronomica Sinica*, 35(9), 1738-1743. <https://doi.org/10.3724/SPJ.1006.2009.01738>.

FIGURE AND TABLE TITLES

- Figure 1 *The manufacturing of mangrove leaf powder S. caseolaris*
- Figure 2 *Specific volume of white bread with addition of different mangrove leaf powder*
- Figure 3 *Color characteristics of white bread with addition of different mangrove leaf powder*
- Figure 4 *Peroxide value of white bread with the addition of different mangrove leaf powder SDM during the shelf life*
- Table 1 *Chemical composition of white bread with addition of different mangrove leaf powder*
- Table 2 *Texture profile of white bread with addition of different mangrove leaf powder*
- Table 3 *Antioxidant activity (% Inhibition) of white bread with the addition of different mangrove leaf powder*
- Table 4 *Total phenolic content of white bread with the addition of different mangrove leaf powder*
- Table 5 *Total flavonoids content of white bread with the addition of different mangrove leaf powder*