



Antioxidant Activity of Protein Hydrolysate from Fermented Kuniran Fish (*Upeneus sulphureus*) with the Addition of Pineapple Extract

(Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Hasil Fermentasi Ikan Kuniran (*Upeneus sulphureus*) dengan Penambahan Sari Nanas)

Rafika Aprilia Maharani ¹, Sakinah Haryati ^{1✉} dan Bhatara Ayi Meata ¹

¹ Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl, Raya Palka Km. 03, Sindangsari, Banten-Indonesia.

Email: 4443210013@untirta.ac.id; sakinahharyati@untirta.ac.id; bhatara354@untirta.ac.id

Article Info:

Received : 3 Sept. 2025
Accepted : 26 Sept. 2025
Online : 6 Okt. 2025

Article type :

☐	Review Article
☐	Common Serv. Article
☒	Research Article

Keyword :

Fermentation, Kuniran Fish, Pineapple, Protein Hydrolysate

Corresponding Author :

Sakinah Haryati
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Serang, Indonesia

Email :

sakinahharyati@untirta.ac.id

Abstract

Kuniran fish (*Upeneus sulphureus*) is a low-economic-value species often found as bycatch but rich in protein, making it a potential raw material for protein hydrolysates. Spontaneous fermentation of fish protein can be accelerated by adding protease-rich sources such as pineapple juice, whose bromelain enzymes hydrolyze peptide bonds into simpler compounds. Protein hydrolysates from fermentation may contain bioactive peptides with antioxidant activity. This study aimed to determine the optimal pineapple juice concentration to enhance the antioxidant potential of kuniran fish protein hydrolysates. The experiment was conducted from April to July 2025 using a factorial Completely Randomized Design with two factors: pineapple juice concentration (0%, 10%, 15%) and fermentation time (0, 24, 48, 72 hours). Parameters observed included yield, protein content, pH, antioxidant activity (DPPH), and degree of hydrolysis. Results showed that 15% pineapple juice for 24 hours produced the highest yield (77.31%), while the lowest pH (4.32) was observed at 15% pineapple juice for 72 hours. Protein content decreased after 24 hours due to bromelain activity but remained relatively high (45.88%–48.85%). The best antioxidant activity (IC₅₀ 5.59 mg/mL) was obtained from 10% pineapple juice at 48 hours. The degree of hydrolysis ranged from 48.32% to 50.89%. These findings indicate that fermentation with pineapple juice effectively produces protein hydrolysates with antioxidant potential, and 10% pineapple juice at 48 hours is recommended as the optimal condition.



Copyright©2025, Rafika Aprilia Maharani, Sakinah Haryati, Bhatara Ayi Meata

I. PENDAHULUAN

Produk perikanan merupakan salah satu sumber protein hewani utama yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat. Selain sebagai sumber gizi, protein ikan juga berpotensi menghasilkan peptida bioaktif yang memiliki berbagai manfaat fisiologis, seperti aktivitas antioksidan. Antioksidan sangat berguna bagi bidang kesehatan dan pangan, dan

sering digunakan dalam bentuk suplemen untuk membantu peningkatan kesehatan tubuh dan mengurangi resiko terjadinya penyakit akibat radikal bebas seperti kanker, diabetes, penuaan dini, dan jantung koroner (Aditia *et al.* 2018). Pemanfaatan protein dari hasil perikanan, terutama dari ikan bernilai ekonomis rendah menjadi penting untuk dikembangkan sebagai bahan baku produk pangan fungsional.

Ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*) merupakan spesies demersal yang tersebar luas di perairan Indonesia, terutama di area terumbu karang (Sinaga *et al.* 2022). Meskipun ketersediaannya tinggi, spesies ini termasuk komoditas bernilai ekonomis rendah dan umumnya hanya dimanfaatkan sebagai hasil tangkapan samping. Produksi ikan kuniran di Provinsi Banten pada tahun 2018 tercatat sebesar 323 ton (KKP, 2021). Kandungan protein yang relatif tinggi, sekitar 16,85%, serta karakteristik protein myofibril yang baik menunjukkan potensi ikan kuniran sebagai bahan baku hidrolisat protein (Asriyana & Irawati 2017).

Hidrolisat protein merupakan produk hasil degradasi protein melalui proses hidrolisis menggunakan asam, basa, atau enzim proteolitik, menghasilkan asam amino dan peptida dengan aktivitas biologis tertentu (Wijayanti *et al.* 2015). Hidrolisat protein ikan dapat diperoleh melalui hidrolisis kimia, enzimatis, maupun fermentasi. Fermentasi spontan membutuhkan waktu relatif panjang, sekitar 4–12 bulan, sehingga pemanfaatan sumber enzim protease alami diperlukan untuk mempercepat proses hidrolisis (Moniharapon *et al.* 2024).

Enzim bromelin, protease yang banyak ditemukan pada buah, batang, daun, kulit, dan tangkai nanas (*Ananas comosus*), memiliki potensi luas dalam aplikasi industri pangan karena kemampuannya memecah ikatan peptida menjadi peptida dan asam amino sederhana yang larut dalam air (Masniar *et al.* 2016; Purwaningsih 2017). Aktivitas katalitik bromelin melibatkan gugus sistein dan histidin pada sisi aktifnya, yang secara spesifik memutus ikatan karbonil pada residu asam amino tertentu, seperti arginin, fenilalanin, dan tirosin. Sebagai endopeptidase, bromelin menghidrolisis bagian tengah rantai peptida, menghasilkan fragmen protein yang lebih pendek dan lebih mudah dicerna.

Hidrolisat protein hasil fermentasi berpotensi mengandung peptida bioaktif yang memiliki aktivitas antioksidan (Aditia *et al.* 2018). Peptida bioaktif, yang terdiri atas 2–50 asam amino, dapat dihasilkan melalui hidrolisis enzimatis maupun fermentasi (Taniguchi *et al.* 2018). Aktivitas antioksidan peptida ditentukan oleh komposisi asam aminonya, terutama residu hidrofobik seperti tirosin, triptofan, dan fenilalanin, yang efektif menangkap radikal bebas (Kinasih 2020). Hidrolisat protein dengan aktivitas antioksidan tinggi berpotensi dimanfaatkan

sebagai komponen pangan fungsional untuk mencegah kerusakan oksidatif.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa fermentasi ikan kuniran menggunakan *Lactobacillus plantarum* dapat menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar $IC_{50} 4,23 \pm 0,04$ mg/mL (Balada 2018). Selain itu, Haryati *et al.* (2021) melaporkan bahwa hidrolisat protein isolat ikan lele menggunakan enzim bromelin menghasilkan aktivitas penangkap radikal DPPH sebesar $49,52 \pm 6,01\%$.

Kajian mengenai pemanfaatan ikan kuniran melalui fermentasi dengan penambahan sari nanas sebagai sumber enzim protease alami masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi sari nanas terhadap karakteristik serta potensi aktivitas antioksidan hidrolisat protein ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*) yang dihasilkan melalui proses fermentasi.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Juli 2025. Pembuatan sari nanas, hidrolisat protein ikan kuniran, analisis rendemen, pengujian pH, dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Perairan (TPHP), Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pengujian kadar protein, derajat hidrolisis, antioksidan DPPH dilaksanakan di Pusat Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, timbangan analitik (US solid), *centrifuge* (Hitachi koki himac CT6E), toples kaca, blender (Phillips), talenan, kompor, panci kukus, inkubator, *vortex*, pH meter (ATC Pen 002), tabung *eppendorf*, kain blacu, gelas ukur 250 mL (Pyrex), *hot plate* (Stuart CR302), *thermometer*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*) yang diperoleh dari PPN Karangantu Serang Banten, buah nanas diperoleh dari Pasar Rau Serang Banten, garam, gula, aquades, alumunium foil, plastik wrap.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor dan dua ulangan. Faktor A adalah konsentrasi sari nanas (0%, 10%, dan 15%), sedangkan Faktor B adalah lama fermentasi (0, 24, 48, dan 72 jam). Setiap

kombinasi perlakuan diulang dua kali sehingga total diperoleh 24 satuan percobaan.

2.4. Pembuatan Sari Nanas

Pembuatan sari nanas mengacu pada metode penelitian Siahaan *et al.* (2017) dengan modifikasi. Buah nanas matang dikupas, dicuci bersih dengan air mengalir, dipotong beserta bonggolnya, lalu diblender hingga berbentuk bubur nanas, bubur nanas diperas dan disaring hingga diperoleh sari nanas.

2.5. Pembuatan Hidrolisat Protein

Pembuatan hidrolisat protein ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*), mengacu pada penelitian Aditia *et al.* (2018) dengan modifikasi. Ikan kuniran utuh disiangi dan difillet untuk memisahkan daging, kemudian ditimbang sebanyak 150 g per sampel. Daging ikan dihomogenkan dengan aquades perbandingan 1 : 2 (b/v). Suspensi ikan ditambahkan sari nanas sesuai dengan perlakuan 0%, 10%, 15% (v/v), gula 10%, dan garam 15% (v/v). Campuran difermentasi pada suhu 37°C selama 72 jam. Setiap 24 jam sekali dilakukan pengujian yang sebelumnya masing-masing sampel dilakukan penghentian proses fermentasi dengan dipanaskan pada suhu 95°C selama 15 menit. Cairan hidrolisat disentrifugasi pada kecepatan 2.500 g selama 20 menit suhu 4°C. Supernatan yang dihasilkan dimasukkan ke dalam *eppendorf* dan disimpan pada suhu beku -20°C hingga waktu pengujian.

2.6. Pengumpulan Data

2.6.1. Analisis Rendemen

Analisis rendemen adalah perbandingan antara berat produk setelah jadi dengan berat adonan, mengacu pada (AOAC 1990). Pertama, timbang berat sampel campuran semua bahan sebelum pemasakan menggunakan neraca analitik, kemudian timbang berat akhir yang dihasilkan setelah proses pemasakan dengan neraca analitik. Persentase rendemen dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa produk}}{\text{massa bahan baku}} \times 100\%$$

2.6.2. Uji Kadar Protein

Pengujian kadar protein mengacu pada SNI 01-2354.4-2006 BSN (2006). Proses dimulai dengan menimbang 2 g sampel, dan di masukan ke dalam labu destruksi. Tambahkan 2 tablet katalis dan beberapa butir batu didih. Tambahkan 15 mL H₂SO₄ pekat (95-97%) dan 3 mL H₂O₂ secara perlahan, diamkan 10 menit di dalam ruang asam. Destruksi pada suhu 410°C selama ± 2 jam atau

sampai larutan menjadi jernih, diamkan hingga mencapai suhu ruang dan tambahkan 50-75 mL aquades. Siapkan erlenmeyer berisi 25 mL larutan H₃BO₃ 4%. Setelah itu, pasang labu berisi hasil destruksi pada alat destilasi uap. Tambahkan 50-75 mL larutan natrium hidroksida-thiosulfat. Lakukan destilasi dan tampung destilat dalam erlenmeyer hingga volume mencapai minimal 150 mL. Titrasi destilat dengan HCl 0,2 N yang telah dibakukan hingga warna berubah dari hijau menjadi merah muda. Lakukan juga prosedur blanko sesuai tahapan sampel. Kadar protein dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Kadar Protein} = \frac{(VA-VB) \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 6,25}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan : VA = HCl untuk titrasi sampel (mL), VB = HCl untuk titrasi blanko (mL), N = Normalitas HCl standar yang digunakan, 14,007 = Berat atom nitrogen, 6,25 = Faktor konversi protein untuk ikan, W = Berat sampel (g).

2.6.3 Uji pH

Uji pH mengacu pada BSN (1992). Prosedur ini dimulai dengan mengkalibrasi pH meter dengan larutan buffer pH. Selanjutnya celupkan elektroda yang telah dibersihkan menggunakan air suling ke dalam sampel yang akan diuji. Lalu catat pH yang tertera pada skala pH meter.

2.6.4. Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH mengacu pada Haryati *et al.* (2021) dengan sampel yang dimodifikasi. Konsentrasi larutan DPPH yang digunakan adalah 0,15 mM. Total 0,5 mL hidrolisat protein ikan dengan konsentrasi protein 0,1 mg/mL dan 0,15 mM DPPH ditambahkan ke dalam 1,5 mL etanol 95% dan dipindahkan ke dalam tabung reaksi. Campuran tersebut divortex dan disimpan dalam ruangan gelap selama 30 menit. Pengukuran absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer.

Perubahan warna DPPH dari ungu ke merah keunguan atau kuning menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dalam sampel. Hasil pengukuran absorbansi dan penentuan aktivitas antioksidan dinyatakan dalam rumus berikut:

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

2.6.5. Analisis Derajat Hidrolisis

Pengujian Derajat Hidrolisis mengacu pada Balada (2018). Derajat hidrolisis dihitung berdasarkan presentasi rasio trichloroacetic acid (TCA). 20 mL hidrolisat protein ditambahkan 20 mL TCA 20% (b/v). Campuran tersebut didiamkan selama 30 menit untuk pengendapan, lalu disentrifugasi (8.300 rpm, selama 15 menit). Supernatannya kemudian dianalisis kadar nitrogennya menggunakan metode Kjeldahl. Sampel hidrolisat protein juga dilakukan analisis untuk kadar proteinnya. Derajat hidrolisis dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Derajat hidrolisis (\%)} = \frac{\text{Nitrogen terlarut dalam TCA 20\%}}{\text{Nitrogen total sampel}} \times 100\%$$

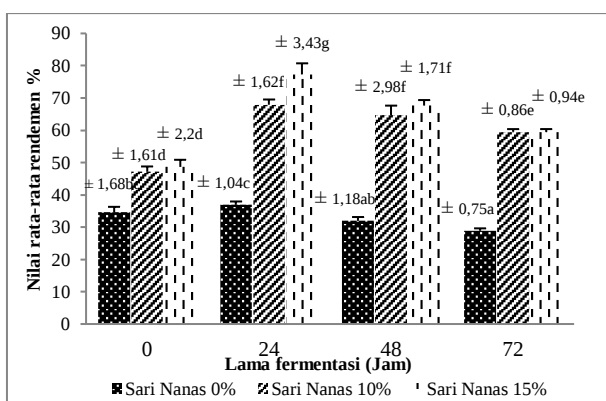
2.7. Analisis Data

Setiap data pengujian yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi SPSS versi 20.0 dan *Microsoft Excel*. Analisis ragam (ANOVA) digunakan untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap rendemen, kadar protein, derajat hidrolisis, pH, dan aktivitas antioksidan. Jika terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan selang kepercayaan 95%. Keseluruhan data hasil analisis statistik dijelaskan secara deskriptif komparatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Rendemen

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sari nenas dan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai rendemen hidrolisat protein ikan. Nilai rata-rata rendemen hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai rata-rata rendemen hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dengan penambahan sari nenas

Rendemen hidrolisat protein ikan kuniran menunjukkan pola peningkatan hingga fermentasi

24 jam, kemudian menurun pada 48 dan 72 jam. Perlakuan dengan penambahan sari nenas 15% dan lama fermentasi 24 jam menghasilkan rendemen tertinggi (77,31%), rendemen tertinggi menunjukkan kondisi optimal untuk produksi hidrolisat protein yang potensial diterapkan pada industri pangan fungsional atau suplemen protein bioaktif, sedangkan rendemen terendah diperoleh tanpa penambahan sari nenas dan fermentasi 72 jam (28,85%). Fenomena ini mengindikasikan bahwa durasi fermentasi berperan penting dalam proses hidrolisis protein. Fermentasi yang terlalu singkat belum memungkinkan enzim bekerja optimal, sedangkan fermentasi yang terlalu lama berpotensi memicu degradasi lanjutan terhadap peptida, denaturasi, atau kerusakan struktur yang berdampak pada penurunan jumlah produk yang dihasilkan. Hasil ini selaras dengan temuan Rumbiak (2016) yang melaporkan peningkatan rendemen pada fermentasi 0–6 hari, diikuti penurunan pada fermentasi lebih lanjut (9–12 hari).

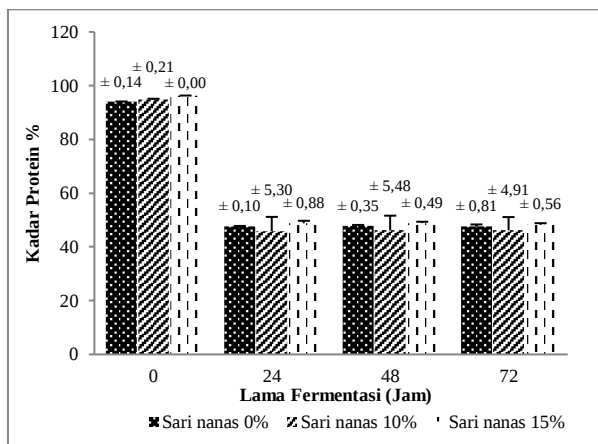
Penambahan sari nenas selama fermentasi berkontribusi terhadap peningkatan rendemen hidrolisat. Enzim bromelin yang terkandung dalam sari nenas berperan dalam pemutusan ikatan peptida menjadi peptida kecil dan asam amino bebas, sehingga meningkatkan hasil hidrolisis. Laju hidrolisis protein diketahui dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain konsentrasi substrat, tekstur bahan, konsentrasi enzim, lama reaksi, pH, dan suhu (Rumbiak, 2015; Wijayanti *et al.* 2016). Penambahan air dalam jumlah memadai selama hidrolisis juga dilaporkan memperbaiki homogenisasi enzim-substrat, menstabilkan pH, memperluas bidang kontak, serta mempercepat pembentukan produk hidrolisat. Namun, penggunaan enzim yang berlebihan dapat menurunkan efisiensi hidrolisis, karena tidak semua enzim dapat berikatan dengan substrat sehingga aktivitas katalitik tidak maksimal (Abdullah 2015).

3.2. Uji Kadar Protein

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi sari nenas dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar protein hidrolisat protein ikan. Nilai rata-rata kadar protein hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dapat dilihat pada Gambar 2.

Kadar protein tertinggi pada lama fermentasi 0 jam, berkisar antara 93,98–96,33%, menunjukkan bahwa protein masih berada dalam bentuk utuh tanpa degradasi signifikan oleh enzim

atau aktivitas mikroba. Setelah fermentasi berlangsung, kadar protein mengalami penurunan yang cukup tajam pada 24 jam pertama, dengan kisaran 45,88 – 48,85%. Penurunan ini mengindikasikan terjadinya hidrolisis protein menjadi peptida dan asam amino yang lebih sederhana, yang dipicu oleh aktivitas enzim proteolitik, terutama bromelin dari sari nenas, serta didukung oleh mikroorganisme fermentasi yang memanfaatkan protein sebagai sumber nutrisi. Hasil ini sejalan dengan temuan Johny *et al.* (2022) yang melaporkan efektivitas bromelin nenas dalam memecah protein telur menjadi hidrolisat.



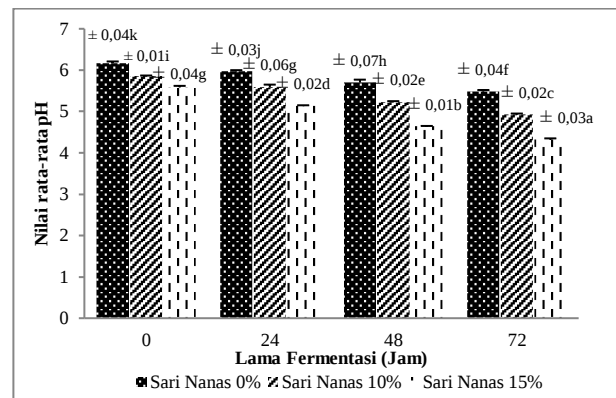
Gambar 2. Nilai rata-rata kadar protein hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dengan penambahan sari nenas

Pada rentang fermentasi 24–72 jam, kadar protein tidak menunjukkan penurunan lebih lanjut yang signifikan, sedikit fluktuasi pada perlakuan sari nenas 15%, kadar protein meningkat dari 48,85% (24 jam) menjadi 48,88% (48 jam), kemudian menurun kembali pada 72 jam (48,28%). Fenomena ini mengindikasikan bahwa setelah fase awal hidrolisis, sistem mencapai kondisi relatif stabil dengan degradasi protein yang lebih lambat. Sejalan dengan penelitian Darmawan (2020) pada hidrolisat protein ikan lele dumbo peningkatan konsentrasi bubur buah nenas meningkatkan kadar protein hidrolisat yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa fermentasi dengan penambahan sari nenas berpotensi menghasilkan hidrolisat protein dengan kadar protein yang stabil setelah fase awal reaksi enzimatik.

3.3. Uji pH

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sari nenas dan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai pH hidrolisat protein ikan kuniran hasil fermentasi

dengan penambahan sari nenas. Nilai rata-rata pH hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai rata-rata pH hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dengan penambahan sari nenas

Gambar 3, menunjukkan nilai pH tertinggi pada awal fermentasi (0 jam) tanpa penambahan sari nenas (6,17). Penambahan sari nenas 10% dan 15% menurunkan pH awal menjadi masing-masing 5,86 dan 5,58. Seiring berjalannya fermentasi hingga 72 jam, terjadi penurunan pH pada seluruh perlakuan, dengan nilai terendah tercatat pada fermentasi 72 jam dengan sari nenas 15% (4,32). Pola penurunan ini menunjukkan bahwa akumulasi asam organik selama fermentasi berperan penting dalam menurunkan pH. Penurunan pH yang stabil dan terkendali menunjukkan potensi penggunaan hidrolisat protein dalam produk fermentasi pangan karena keasaman memengaruhi stabilitas mikroba dan keamanan produk.

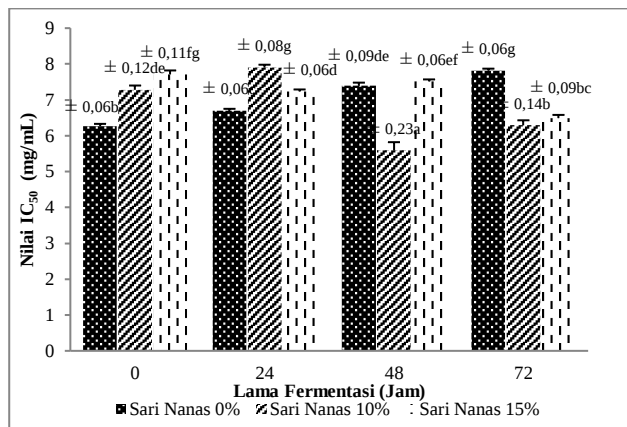
Peningkatan konsentrasi sari nenas mempercepat penurunan pH. Sifat alami sari nenas yang mengandung asam organik, seperti asam sitrat, askorbat, dan malat, berkontribusi terhadap keasaman sistem (Adhamatika & Putri 2023). Aktivitas fermentasi mikroorganisme juga meningkatkan total asam, yang terakumulasi seiring waktu (Balada 2018). Selain itu, enzim bromelin dalam sari nenas memecah protein menjadi peptida dan asam amino, beberapa di antaranya bersifat asam dan memperkuat penurunan pH (Yuanisa 2017).

Bakteri asam laktat diketahui memfermentasi substrat menjadi asam laktat dan asam asetat, yang meningkatkan jumlah ion H^+ dan mempercepat terbentuknya lingkungan asam (Meilina *et al.* 2022; Yuanisa 2017). Akumulasi metabolit asam yang terus meningkat selama fermentasi menjelaskan penurunan pH yang lebih

tajam pada lama fermentasi yang lebih panjang dan konsentrasi sari nanas yang lebih tinggi, sebagaimana diamati pada perlakuan sari nanas 15% hingga 72 jam fermentasi.

3.4. Uji Antioksidan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sari nanas dan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai IC_{50} hidrolisat protein ikan. Nilai rata-rata aktivitas antioksidan hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai rata-rata antioksidan hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dengan penambahan sari nanas

Nilai IC_{50} hidrolisat protein ikan kuniran berkisar 5,59–7,90 mg/mL. Aktivitas antioksidan tertinggi (IC_{50} terendah, 5,59 mg/mL) dicapai pada perlakuan dengan penambahan sari nanas 10% dan lama fermentasi 48 jam, yang mengindikasikan bahwa pada kondisi ini proses hidrolisis protein berlangsung optimal dan menghasilkan peptida bioaktif berukuran kecil dengan kemampuan lebih baik dalam mendonorkan atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas (Nursafitri 2019). Sebaliknya, aktivitas antioksidan terendah (IC_{50} tertinggi, 7,90 mg/mL) ditemukan pada perlakuan sari nanas 10% dengan fermentasi 24 jam.

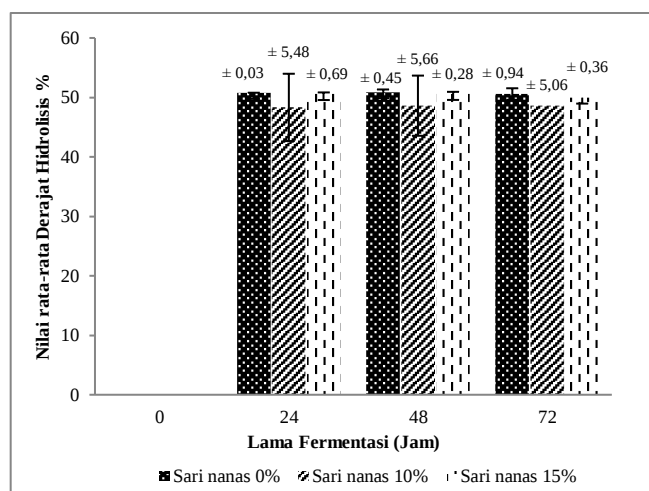
Lama fermentasi berpengaruh terhadap perubahan aktivitas antioksidan. Fermentasi yang lebih panjang meningkatkan intensitas hidrolisis, namun pemecahan lanjutan dari urutan peptida antioksidatif dapat menurunkan aktivitas yang telah terbentuk pada tahap awal (Balada, 2018; Aditia *et al.* 2018). Konsentrasi sari nanas 15% menghasilkan IC_{50} berkisar 7,15–7,81 mg/mL, mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi enzim proteolitik tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan aktivitas antioksidan. Perlakuan tanpa penambahan sari nanas memperlihatkan nilai IC_{50} relatif stabil (6,27–6,29

mg/mL) meskipun lama fermentasi meningkat, mencerminkan hidrolisis protein yang lebih lambat akibat ketiadaan tambahan enzim proteolitik.

Efektivitas antioksidan dalam menangkap radikal bebas DPPH dipengaruhi oleh ukuran dan kelarutan peptida (Lestari & Suyata 2020), di mana enzim berperan penting dalam menghasilkan peptida berukuran lebih kecil dengan sifat bioaktif (Pandiangan *et al.* 2025). Berdasarkan klasifikasi aktivitas antioksidan menurut Nurjanah *et al.* (2021), nilai IC_{50} yang diperoleh (>200 ppm) tergolong sangat lemah. Namun demikian, aktivitas ini lebih baik dibandingkan hasil penelitian Hidayati *et al.* (2019), yang melaporkan nilai IC_{50} sebesar 14,23 mg/mL pada hidrolisat protein myofibril belut yang dihidrolisis menggunakan papain. Temuan ini mengindikasikan bahwa metode fermentasi dengan penambahan sari nanas sebagai sumber enzim alami mampu menghasilkan peptida bioaktif dengan aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan metode hidrolisis enzimatik dengan menggunakan enzim komersial.

3.5 Analisis Derajat Hidrolisis

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sari nanas dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar protein hidrolisat protein ikan. Nilai rata-rata derajat hidrolisis hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai rata-rata derajat hidrolisis hidrolisat protein hasil fermentasi ikan kuniran dengan penambahan sari nanas

Derajat hidrolisis hidrolisat protein ikan kuniran setelah fermentasi 24–72 jam berada pada kisaran 48,32–50,89%. Stabilitas derajat hidrolisis menunjukkan proses fermentasi dengan sari nanas

mampu menghasilkan hidrolisat protein dengan karakter peptida yang konsisten, bermanfaat untuk aplikasi pangan fungsional dan nutraceutical.

Nilai tertinggi tercatat pada perlakuan tanpa penambahan sari nanas (0%) selama 48 jam (50,89%), sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan sari nanas 10% selama 24 jam (48,32%). Pola ini menunjukkan bahwa periode hidrolisis memengaruhi besarnya DH, di mana semakin lama proses berlangsung, semakin banyak ikatan peptida yang terputus akibat aktivitas enzim proteolitik, termasuk bromelin.

Proses proteolisis berperan krusial dalam memutus ikatan peptida pada protein, yang berdampak pada penurunan berat molekul, peningkatan kadar asam amino bebas, serta peptida berantai pendek yang lebih mudah larut (Rozali *et al.* 2023). Variasi nilai DH dapat dipengaruhi oleh perbedaan jenis dan kandungan protein dalam substrat, aktivitas enzim bromelin, serta keberadaan inhibitor yang membatasi interaksi enzim-substrat (Restiani 2016). Hasil ini konsisten dengan penelitian Sholahuddin (2023) yang melaporkan variasi konsentrasi enzim bromelin dan lama hidrolisis menghasilkan DH berbeda, dengan nilai tertinggi 82,25% pada konsentrasi enzim 3% dan waktu hidrolisis 6 jam. Penelitian Harahap *et al.* (2022) juga menunjukkan bahwa aktivitas enzim dan kondisi substrat menentukan efisiensi pemutusan ikatan peptida.

IV. PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan sari nanas dan lama fermentasi secara signifikan memengaruhi rendemen, pH, dan aktivitas antioksidan (IC₅₀) hidrolisat protein ikan kuniran, sementara kadar protein (45,88% - 48,85%) dan derajat hidrolisis (48,32% - 50,89%) relatif stabil. Rendemen tertinggi diperoleh pada 15% sari nanas fermentasi 24 jam (77,31%). Sedangkan pH terendah tercatat pada 15% sari nanas selama 72 jam pH (4,32). Aktivitas antioksidan terbaik diperoleh pada 10% sari nanas dengan fermentasi 48 jam (IC₅₀ 5,59 mg/mL). Temuan ini menegaskan potensi sari nanas sebagai bahan pendukung fermentasi untuk meningkatkan kualitas bioaktif hidrolisat protein ikan kuniran, dengan aplikasi praktis pada produksi pangan fungsional atau nutraceutical.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan kombinasi konsentrasi sari nanas dan lama fermentasi agar aktivitas antioksidan lebih maksimal. Waktu fermentasi sebaiknya disesuaikan untuk mendapatkan kondisi optimal. Karakterisasi lanjutan terhadap peptida bioaktif, seperti analisis profil asam amino, bobot molekul. Uji mutu mikrobiologis juga disarankan. Penelitian mendatang dapat mengeksplorasi penggunaan starter mikroba, dan enzim bromelin komersial untuk meningkatkan kualitas hidrolisat protein.

REFERENSI

- Abdullah S. 2015. Pengaruh volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dengan starter khamir laut terhadap kualitas hidrolisat protein ikan kresek (*Thryssa mystax*) rebus. Skripsi. Malang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. 136 hlm.
- Adhamatika A, Putri DA. 2023. Pengaruh Perbedaan Jenis Pemanis dan Bahan Baku Terhadap Karakteristik dari Sirup Nanas. *Food Scientia Journal of Food Science and Technology* 3(2): 193-212
- Aditia RP, Desniar D, Trilaksani W. 2018. Aktivitas antioksidan dan antibakteri hidrolisat protein hasil fermentasi telur ikan cakalang. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 1-12.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists*. 16th ed. Arlington, Va: AOAC
- Asriyana A, Irawati N. 2017. Growth of goatfish, *Upeneus sulphureus* in Kendari Bay, Southeast Sulawesi. *Aquasains*. 6(1): 541-554.
- Balada. 2018. Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Daging Ikan Kuniran Hasil Fermentasi *Lactobacillus plantarum* SK (5). Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 57 hlm.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1992. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01 – 2891 – 1992. Cara uji makanan dan minuman.

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01- 2354.4 2006 Cara Uji Kimia - Bagian 4: Penentuan Kadar Protein dengan Metode Nitrogen Pada Produk Perikanan. Jakarta, 12 hlm.
- Darmawan E. 2020. Pengaruh konsentrasi buah nanas sebagai sumber enzim bromelin terhadap sifat kimia dan organoleptik hidrolisat protein dari ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Agrotech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian. 3(1).
- Harahap MT, Edison, Sukmiwati M. 2022. Pengaruh konsentrasi enzim bromelin terhadap derajat hidrolisis hidrolisat protein belut (*Monopterus albus*). Jurnal Universitas Riau. Pekanbaru.
- Haryati S, Sukarno, Budijanto S, Prangdimurti E. 2021. Bioactive Peptides from Hydrolysates of Indonesian Catfish Protein Isolate: Characterization and Properties of it's Antioxidant Capacity. AACL Bioflux. 14 (4): 1990-1999
- Johney LC, Kudre TG, Suresh PV. 2022. Production of egg white hydrolysate by digestion with pineapple bromelain: optimization, evaluation and antioxidant activity study. Journal of Food Science and Technology. 59(5): 1769-1780.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2021. Statistik Produksi Perikanan. [Internet]. Diakses tanggal 27 Oktober 2024. Tersedia pada: <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=total&i=2#panel-footer>
- Kinasih PN. 2020. Aktivitas antioksidan dan profil asam amino yoghurt hasil fermentasi susu sapi dengan starter dadih. Skripsi. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. 98 hlm
- Lestari P, Suyata S. 2020. Aktivitas Antioksidan Protein Hidrolisat Dari Kasein Susu Kambing Etawa Hasil Hidrolisis Bromelin Dari Daun Nanas Madu. Jurnal Gizi dan Pangan Soedirman. 4(1): 1-13.
- Masniar M, Zainal A, Muchlisin, Sofyatuddin K. 2016. Pengaruh penambahan ekstrak batang nanas pada pakan terhadap laju pertumbuhan dan daya cerna protein pakan ikan betok (*Anabas testudineus*). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. 1(1): 35-45.
- Meilina A, Nazarena Y, Hartati Y. 2022. Pengaruh lama penyimpanan terhadap nilai pH dadih fortifikasi vitamin D3. Jurnal Sehat Mandiri. 17(1): 126-134.
- Moniharapon T, Ohoira JK, Pattipeilohy F. 2024. Nilai organoleptik pada kecap lambung ikan tuna (*Thunnus albacares*). INASUA: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan. 4(2): 296-301.
- Nurjanah N, Nurhayati T, Latifah A, Hidayat T. 2021. Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif hidrolisat protein jeroan ikan kakap putih (*Lates calcalifer*). Indonesian Journal of Industrial Research. 38(1): 70-78.
- Nursafitri L. 2019. Karakteristik dan aktivitas antioksidan peptida bioaktif hidrolisat protein susu kedelai hasil hidrolisis papain. Skripsi. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Pandiangan M, Sihombing DR, Tampubolon SDR. 2025. Uji hidrolisis protein dan aktivitas antioksidan hidrolisat protein ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Riset Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian (RETIPA). 5(2): 84-93.
- Purwaningsih I. 2017. Potensi enzim bromelin sari buah nanas (*Ananas comosus* L.) dalam meningkatkan kadar protein pada tahu. Jurnal Teknologi Laboratorium. 6(1): 39-46.
- Restiani R. 2016. Hidrolisis secara enzimatis protein bungkil biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) menggunakan bromelain. Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati. 1(3): 103-110.
- Rozali ZF, Zaidiyah Z, Lubis YM. 2023. Hidrolisis protein beras oleh ekstrak kasar enzim bromelin. Jurnal Bioleuser. 7(1): 11-14.
- Rumbiak GC. 2016. Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*) Segar Menggunakan Starter Khamir Laut & Molase Rebus Dengan Proses Fermentasi . Skripsi. Malang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. 104 hlm.
- Sholahuddin MA. Pengaruh perbedaan konsentrasi enzim bromelin pada hidrolisat protein dari limbah jeroan ikan nila (*Oreochromis* sp.) terhadap aktivitas antioksidan. Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology. 19(4): 203-208.
- Siahaan ICM, Dien HA, Onibala H. 2017. Mutu Mikrobiologis Kecap Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dengan Penambahan Sari Buah Nanas (*Ananas comosus*). Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. 20(3): 505-514.

- Sinaga I, Sihombing N, Stinjak L, Siregar T. 2022. Identifikasi Jenis Ikan yang Berasosiasi Pada Padang lamun di Pantai Pandaratan Sarudik Tapanuli Tengah Sumatera Utara. TAPIAN NAULI: Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan. 4(2): 18-35.
- Taniguchi M, Aida R, Saito K, Ochiai A, Takesono S, Saitoh E. 2018. Identification and Characterization of Multifunctional Cationic Peptides From Traditional Japanese Fermented Soybean Natto Extracts. J. Biosci.Bioeng. 127(4): 472–478.
- Wijayanti I, Romadhon L, Rianingsih. 2016. Karakteristik hidrolisat protein ikan bandeng (*Chanos chanos forsk*) dengan konsentrasi enzim bromelin yang berbeda. Jurnal Saintek Perikanan. 11(2) :1229-133.
- Yuanisa NA. 2017. Pengaruh konsentrasi sari buah nanas (*Ananas comosus*) dan lama fermentasi terhadap kualitas kecap ikan lemuru (*Sardinella longiceps*). Skripsi. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).