



## FORTIFIKASI HIDROLISAT PROTEIN UDANG REBON (*Acetes erythraeus*) SEBAGAI SUMBER PROTEIN TERHADAP TIWUL INSTAN

### FORTIFICATION OF REBON SHRIMP (*Acetes erythraeus*) PROTEIN HYDROLYSATE AS A PROTEIN SOURCE FOR INSTANT TIWUL

Syahratul Aini, Suparmi\*, Dewita

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Riau, Indonesia

\*Korespondensi: suparmi@lecturer.unri.ac.id (Suparmi)

Diterima 20 Desember 2025 – Disetujui 30 April 2026

**ABSTRAK.** Rendahnya kandungan protein pada pangan tradisional berbasis karbohidrat seperti tiwul, serta meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap pangan alternatif yang bergizi tinggi, praktis, dan berbasis sumber daya lokal. Di sisi lain, pemanfaatan hasil samping perikanan seperti udang rebon melalui teknologi hidrolisat protein memiliki potensi besar sebagai sumber protein fungsional yang belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi hidrolisat protein udang rebon terhadap mutu organoleptik dan kandungan gizi tiwul instan, serta menentukan konsentrasi fortifikasi terbaik. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial terdiri atas empat perlakuan konsentrasi hidrolisat protein udang rebon, yaitu 0, 5, 10, dan 15%, masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi uji organoleptik (rupa, aroma, tekstur, dan rasa) serta analisis proksimat (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat). Data dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% serta dilanjutkan uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur) dan BNT (Beda Nyata Terkecil). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap mutu organoleptik dan nilai proksimat tiwul instan. Perlakuan terbaik diperoleh pada fortifikasi hidrolisat protein udang rebon sebesar T10 (10%), yang menghasilkan uji organoleptik dengan nilai rupa (7,96), aroma (7,48), tekstur (7,83) dan rasa (7,19) dengan kadar air (3,99%), abu (2,47%), protein (7,85%), lemak (0,27%), dan karbohidrat (85,41%). Fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpotensi meningkatkan nilai protein tiwul instan sebagai pangan alternatif sumber protein.

**Kata kunci:** *Acetes erythraeus*, hidrolisat protein, mutu organoleptik, tiwul instan.

**ABSTRACT.** The low protein content of traditional carbohydrate-based foods such as tiwul, along with the increasing demand for nutritious, practical, and locally sourced alternative foods, has become a significant concern. In addition, the utilization of fisheries by-products such as small shrimp (rebon) through protein hydrolysate technology presents substantial potential as a functional protein source that has not yet been optimally exploited. Therefore, this study aims to determine the effect of rebon shrimp protein hydrolysate fortification on the organoleptic quality and nutritional content of instant tiwul, as well as to identify the optimal fortification concentration. The study employed an experimental method using a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatment levels of rebon shrimp protein hydrolysate concentration, namely 0%, 5%, 10%, and 15%, each with three replications. The observed parameters included organoleptic tests (appearance, aroma, texture, and taste) and proximate analysis (moisture, ash, protein, fat, and carbohydrate content). Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at a 95% confidence level and continued with further tests of BNJ (Honest Significant Difference) and BNT (Smallest Significant Difference). The results showed that the fortification of rebon shrimp protein hydrolysate had a significant effect on the organoleptic quality and proximate composition of instant tiwul. The best treatment was obtained at T10 (10%) fortification, which resulted in organoleptic scores of appearance (7.96), aroma (7.48), texture (7.83), and taste (7.19), with moisture content (3.99%), ash (2.47%), protein (7.85%), fat (0.27%), and carbohydrates (85.41%). The fortification of rebon shrimp protein hydrolysate has the potential to enhance the protein value of instant tiwul as an alternative protein-rich food source.

**Keywords:** *Acetes erythraeus*, protein hydrolysate, organoleptic quality, instant tiwul.

## 1. Pendahuluan

Tiwul instan merupakan produk pangan tradisional dari wilayah Jawa, khususnya Jawa Timur dan Jawa Tengah, yang dihasilkan dari singkong melalui proses pengeringan menjadi tepung galek dan dibentuk menjadi butiran kasar. Tepung galek sebagai bahan utama memiliki kandungan karbohidrat tinggi sekitar 88,22% (Cahyo, 2019), namun tiwul instan menunjukkan keterbatasan nutrisi dengan protein rendah (1,30%), lemak (0,40%) dan karbohidrat (97,78%) (Astuti *et al.*, 2019). Keterbatasan ini mendorong kebutuhan peningkatan nilai gizi, terutama protein, untuk meningkatkan kualitas produk sebagai sumber energi yang lebih seimbang.

Upaya peningkatan protein pada tiwul instan sebelumnya terbatas pada bahan nabati, seperti tepung korong pedang dan susu skim (Agustia *et al.*, 2018), kacang tunggak (Efendi *et al.*, 2023), serta edamame (Sari, 2019). Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan nilai gizi tiwul instan, khususnya kandungan protein. Namun demikian, upaya peningkatan protein pada tiwul instan hingga saat ini masih terbatas pada pemanfaatan bahan nabati. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber protein alternatif dari bahan hewani sebagai bahan fortifikasi menjadi penting untuk meningkatkan nilai protein tiwul instan.

Udang rebon (*Acetes erythraeus*), udang kecil (1-3 cm) yang berasal dari perairan dangkal di wilayah pesisir dan memiliki pola hidup bergerombol dalam jumlah besar (Siti & Diah, 2020). Provinsi Riau dikenal sebagai salah satu wilayah utama penghasil udang rebon, khususnya di kabupaten-kabupaten seperti Meranti, Indragiri Hilir, Bengkalis dan Rokan Hilir (Suparmi *et al.*, 2023). Produksi hasil tangkap udang rebon di Riau pada tahun 2018 mencapai 985,9 ton dan pada tahun 2019 hasil tangkap mencapai 1007,8 ton, menunjukkan bahwa dari data tersebut hasil tangkapan meningkat mencapai 2,22% (DKP Riau, 2020), setiap 100 gram udang rebon segar mengandung 2,9 g abu, 0,7 g karbohidrat, 292 mg fosfor, 757 mg kalsium, 1,2 g lemak, 79 g air, 16,2 g protein serta vitamin A dan B (Kemenkes RI, 2017). Namun, kandungan air yang tinggi menyebabkan penurunan mutu cepat, sehingga diperlukan pengolahan seperti hidrolisis protein untuk mempertahankan nilai gizinya.

Hidrolisis protein dihasilkan melalui pemecahan protein menjadi peptide dan asam amino menggunakan enzim, asam, atau basa (Aditia *et al.*, 2018). Proses ini meningkatkan kualitas nutrisi produk, dengan hidrolisis protein udang rebon mengandung asam glutamate sebagai asam amino dominan (4,03%) (Suparmi *et al.*, 2020). Penerapan hidrolisis protein udang rebon telah terbukti efektif, seperti dalam fortifikasi mie sagu dengan konsentrasi 15%, yang menghasilkan nilai organoleptik dan proksimat optimal, termasuk protein 16,76% (Suparmi & Dahlia, 2020). Meskipun demikian, pemanfaatan hidrolisis protein udang rebon pada tiwul instan masih terbatas, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi tersebut.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi udang rebon (*Acetes erythraeus*) yang diperoleh dari Tembilahan, tepung galek sebagai bahan dasar tiwul instan, serta bahan tambahan pangan berupa garam, gula halus, air, vanili, bubuk agar, dan soda kue. Bahan kimia yang digunakan untuk proses hidrolisis dan analisis meliputi akuades, enzim papain, larutan HCl, larutan NaOH, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, katalis Kjeldahl, indikator methyl red, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, kloroform, etanol 95%, dan bahan kimia lainnya sesuai prosedur analisis proksimat (AOAC International, 2019). Peralatan yang digunakan meliputi meat grinder, timbangan digital, labu ukur, gelas ukur, erlenmeyer, pipet tetes, magnetic stirrer, pH meter, inkubator, sentrifus, rotary evaporator, oven listrik, tanur pengabuan, blender, ayakan stainless steel ukuran 80 mesh dan 4 mesh, serta peralatan pendukung lainnya.

## 2.2. Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif, yaitu melakukan fortifikasi hidrolisat protein udang rebon (*Acetes erythraeus*) ke dalam tiwul instan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial dengan empat taraf perlakuan, yaitu T0 (0%), T5 (5%), T10 (10%), dan T15 (15%). Persentase fortifikasi dihitung berdasarkan bobot tepung galek. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 12 satuan percobaan (Gomez & Gomez, 1984).

## 2.3. Prosedur Penelitian

### 1. Pembuatan Hidrolisat Protein Udang Rebon

Udang rebon dibersihkan, dicuci, dan dihaluskan menggunakan meat grinder. Proses hidrolisis dilakukan dengan penambahan enzim papain pada kondisi pH dan suhu optimum (pH 6–7; suhu 50–60°C) selama 2–3 jam sambil diaduk. Proses hidrolisis enzimatis ini bertujuan untuk memecah protein menjadi peptida dan asam amino yang lebih mudah dicerna serta memiliki sifat fungsional yang lebih baik (Kristinsson & Rasco, 2000; Nilsang *et al.*, 2005).

Setelah hidrolisis, enzim diinaktivasi dengan pemanasan pada suhu  $\pm 90^{\circ}\text{C}$  selama 10–15 menit. Campuran kemudian disentrifugasi untuk memisahkan fraksi cair dan padat. Filtrat yang diperoleh dikonsentrasikan menggunakan rotary evaporator dan dikeringkan menggunakan oven hingga diperoleh hidrolisat protein.

### 2. Pembuatan Tiwul Instan Terfortifikasi

Tepung galek diayak menggunakan ayakan 80 mesh untuk memperoleh ukuran partikel seragam. Bahan kering dicampur dengan hidrolisat protein sesuai perlakuan, kemudian ditambahkan air hingga homogen. Adonan dikukus selama 20–30 menit, dikeringkan pada suhu 60°C, lalu dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan 4 mesh untuk menghasilkan tiwul instan. Fortifikasi protein pada produk pangan berbasis karbohidrat diketahui dapat meningkatkan nilai gizi tanpa mengurangi penerimaan sensoris jika dilakukan pada konsentrasi optimum (Kinsella, 1976).

## 2.4. Parameter Pengamatan

### 1. Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan terhadap atribut rupa, aroma, tekstur, dan rasa menggunakan skala hedonik 1–9 oleh panelis semi-terlatih (Stone & Sidel, 2004).

### 2. Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan berdasarkan metode standar (AOAC International, 2019), meliputi:

- a) Kadar air (metode oven)
- b) Kadar abu (metode pengabuan)
- c) Kadar protein (metode Kjeldahl)
- d) Kadar lemak (metode Soxhlet)
- e) Kadar karbohidrat (*by difference*)

## 2.5. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati. Apabila hasil menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur) dan BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Gomez & Gomez, 1984).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Tiwul Instan

Tiwul instan merupakan produk pangan berbasis singkong yang telah melalui proses pemasakan awal dan pengeringan sehingga hanya memerlukan pemasakan akhir saat dikonsumsi dan termasuk produk *ready to cook* (Fellows, 2017). Penyajian dapat dilakukan melalui pengukusan atau penyeduhan air panas. Pengukusan menghasilkan tekstur lebih kenyal dan merata dalam waktu 10–15 menit karena gelatinisasi pati berlangsung lebih optimal, sedangkan penyeduhan membutuhkan waktu lebih lama (20–30 menit) dengan tekstur yang kurang kompak. Dibandingkan tiwul konvensional, tiwul instan memiliki kadar air lebih rendah, daya simpan lebih panjang, dan lebih praktis dalam penyajian (Subagio, 2006).

#### 3.2. Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan oleh 25 panelis semi-terlatih menggunakan lembar penilaian (*score sheet*) yang mencakup empat atribut sensori, yaitu rupa, aroma, tekstur, dan rasa. Setiap panelis diminta memberikan penilaian berdasarkan tingkat kesukaan terhadap masing-masing atribut yang diamati. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan panelis terhadap kualitas produk yang diformulasikan, khususnya terkait penerimaan sensori secara keseluruhan. Selain itu, hasil uji organoleptik digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik sensori yang paling disukai sebagai dasar evaluasi dan penyempurnaan produk agar sesuai dengan preferensi konsumen.

Penggunaan panelis semi-terlatih dinilai efektif dalam pengujian hedonik karena mampu memberikan penilaian yang relatif konsisten terhadap atribut sensori produk (*Sensory Evaluation Practices*, 2004). Atribut rupa, aroma, tekstur, dan rasa merupakan parameter utama dalam menentukan penerimaan konsumen terhadap produk pangan, karena secara langsung memengaruhi persepsi kualitas dan tingkat kesukaan (Lawless & Heymann, 2010). Selain itu, metode uji hedonik широко digunakan dalam penelitian pangan untuk mengevaluasi formulasi produk baru, termasuk produk yang difortifikasi, karena mampu menggambarkan preferensi konsumen secara praktis dan aplikatif (Meilgaard et al., 2016). Dengan demikian, hasil uji organoleptik tidak hanya memberikan informasi mengenai tingkat penerimaan produk, tetapi juga menjadi dasar ilmiah dalam pengambilan keputusan terkait formulasi optimum dan pengembangan produk pangan yang lebih diterima oleh konsumen.

##### 3.2.1. Nilai Rupa

Hasil penilaian organoleptik terhadap rupa tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan disajikan pada **Tabel 1**. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat adanya variasi tingkat kesukaan panelis terhadap penampilan produk pada setiap perlakuan fortifikasi. Perbedaan konsentrasi hidrolisat protein diduga memengaruhi warna dan homogenitas produk, sehingga berdampak pada persepsi visual panelis. Secara umum, peningkatan konsentrasi fortifikasi cenderung menyebabkan perubahan karakteristik rupa yang semakin nyata. Oleh karena itu, diperlukan penentuan konsentrasi yang tepat agar rupa produk tetap menarik dan dapat diterima oleh konsumen.

**Tabel 1. Nilai Rupa Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.**

Perlakuan	Nilai Rupa
T <sub>0</sub>	7,61 ± 0,26 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	6,95 ± 0,05 <sup>a</sup>
T <sub>10</sub>	7,96 ± 0,14 <sup>c</sup>
T <sub>15</sub>	7,40 ± 0,24 <sup>ab</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ )



**Gambar 1. Tiwul Instan.**

Berdasarkan hasil penilaian organoleptik Tabel 1, nilai rata-rata rupa tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 6,95 – 7,96, dengan nilai tertinggi pada perlakuan  $T_{10}$  sebesar 7,96 yang memiliki karakteristik sangat menarik dan berwarna kecokelatan, diikuti perlakuan  $T_0$  sebesar 7,61 dengan karakteristik menarik dan berwarna sedikit cokelat, kemudian perlakuan  $T_{15}$  sebesar 7,40 dengan karakteristik menarik dan berwarna cokelat, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan  $T_5$  sebesar 6,95 yang memiliki karakteristik menarik dan berwarna sedikit cokelat. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap nilai rupa, hal ini ditunjukkan dari nilai  $F_{hitung} (14,86) > F_{tabel} (4,07)$  pada tingkat kepercayaan 95% sehingga  $H_0$  ditolak dan dilakukan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ). Pengujian mutu organoleptik pada penelitian ini dilakukan dengan mengamati produk tiwul instan dalam kondisi kering, sehingga penilaian rupa didasarkan pada intensitas warna dan kenampakan visual produk sebelum direhidrasi.

Berdasarkan hasil uji BNJ diperoleh bahwa pada perlakuan  $T_0$  tidak berbeda nyata dengan  $T_{15}$ , tetapi berbeda nyata dengan  $T_5$  dan  $T_{10}$ ; perlakuan  $T_5$  tidak berbeda nyata dengan  $T_{15}$ , tetapi berbeda nyata dengan  $T_0$  dan  $T_{10}$ ; perlakuan  $T_{10}$  berbeda nyata dengan  $T_0$ ,  $T_5$ , dan  $T_{15}$ ; sedangkan perlakuan  $T_{15}$  tidak berbeda nyata dengan  $T_0$  dan  $T_5$ , tetapi berbeda nyata dengan  $T_{10}$  pada taraf kepercayaan 95%. Perubahan warna tiwul instan pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa penambahan hidrolisat protein udang rebon memengaruhi warna produk, di mana peningkatan konsentrasi hidrolisat menyebabkan warna tiwul instan cenderung semakin cokelat. Perubahan ini berkaitan dengan warna alami hidrolisat protein udang rebon yang berwarna kuning kecokelatan hingga cokelat gelap (Ramadhan *et al.*, 2024). Selain itu, perubahan warna juga dipengaruhi oleh terjadinya reaksi Maillard selama proses pengukusan dan pengeringan akibat interaksi antara gula pereduksi dan gugus amina bebas pada protein atau asam

amino (Suparmi, 2020). Berdasarkan ketentuan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia, karakteristik sensori khususnya warna produk pangan olahan harus memenuhi persyaratan mutu yang tercantum dalam regulasi terkait mutu dan keamanan pangan. Mengacu pada Peraturan BPOM Nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi pada Label Pangan Olahan serta Peraturan BPOM Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan, atribut warna termasuk dalam parameter organoleptik yang mencerminkan penerimaan konsumen dan kesesuaian dengan karakteristik produk. Selain itu, standar warna produk berbasis singkong seperti tiwul instan secara umum merujuk pada warna alami bahan baku tanpa adanya penyimpangan akibat proses pengolahan atau penambahan bahan berbahaya.

Dengan demikian, warna tiwul instan pada penelitian ini yang berada pada rentang krem hingga coklat dapat dinyatakan memenuhi kriteria mutu organoleptik sesuai pedoman BPOM, karena mencerminkan warna khas produk olahan singkong yang mengalami proses pengeringan dan pemanasan. Tidak ditemukannya perubahan warna yang menyimpang (seperti terlalu gelap atau kehitaman akibat degradasi berlebih) juga mengindikasikan bahwa proses pengolahan berlangsung dengan baik dan tidak menimbulkan penurunan mutu secara signifikan.

### 3.2.2. Nilai Aroma

Hasil penilaian organoleptik terhadap aroma tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan disajikan pada **Tabel 2**. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa tingkat penerimaan panelis terhadap aroma produk bervariasi pada setiap perlakuan fortifikasi. Perbedaan konsentrasi hidrolisat protein diduga memengaruhi intensitas aroma khas yang dihasilkan, sehingga berdampak pada preferensi panelis. Secara umum, peningkatan konsentrasi fortifikasi cenderung memberikan perubahan aroma yang semakin kuat pada produk. Oleh karena itu, diperlukan penentuan konsentrasi optimum agar aroma yang dihasilkan tetap dapat diterima oleh konsumen.

**Tabel 2. Nilai Aroma Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.**

Perlakuan	Nilai Aroma
T <sub>0</sub>	5,24 ± 0,08 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	6,87 ± 0,36 <sup>c</sup>
T <sub>10</sub>	7,48 ± 0,08 <sup>c</sup>
T <sub>15</sub>	4,36 ± 0,28 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNJ

Berdasarkan hasil penilaian organoleptik **Tabel 2**, nilai rata-rata aroma tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 4,36 – 7,48, dengan nilai tertinggi pada perlakuan T<sub>10</sub> sebesar 7,48 yang memiliki karakteristik aroma khas tiwul dan aroma gurih udang, diikuti perlakuan T<sub>5</sub> sebesar 6,87 dengan karakteristik aroma dominan tiwul dan sedikit aroma udang, kemudian perlakuan T<sub>0</sub> sebesar 5,24 dengan karakteristik harum khas tiwul, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan T<sub>15</sub> sebesar 4,36 yang memiliki karakteristik aroma khas udang kuat. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap nilai rupa, hal ini ditunjukkan dari nilai  $F_{hitung} (112,19) > F_{tabel} (4,07)$  pada tingkat kepercayaan 95% sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan dilakukan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ). Pengujian mutu organoleptik aroma pada penelitian ini dilakukan dengan mengamati produk tiwul instan dalam kondisi basah setelah melalui proses pengukusan, sehingga penilaian aroma merepresentasikan bau produk siap konsumsi.

Berdasarkan hasil uji BNJ diperoleh bahwa pada perlakuan T<sub>0</sub> berbeda nyata dengan T<sub>5</sub>, T<sub>10</sub> dan T<sub>15</sub>; perlakuan T<sub>5</sub> tidak berbeda nyata dengan T<sub>10</sub>, tetapi berbeda nyata dengan T<sub>0</sub> dan T<sub>15</sub>; perlakuan

T<sub>10</sub> berbeda nyata dengan T<sub>5</sub>, tetapi berbeda nyata dengan T<sub>0</sub> dan T<sub>15</sub>; sedangkan perlakuan T<sub>15</sub> berbeda nyata dengan T<sub>0</sub>, T<sub>5</sub> dan T<sub>10</sub> pada taraf kepercayaan 95%. Perbedaan aroma antar perlakuan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi hidrolisat protein udang rebon menyebabkan aroma udang semakin dominan sehingga aroma khas tiwul instan cenderung berkurang. Dominasi aroma tersebut berkaitan dengan karakteristik hidrolisat protein udang rebon yang memiliki aroma umami khas udang (Zuly *et al.*, 2019). Selain itu, hidrolisat protein udang rebon mengandung asam amino pembentuk aroma, seperti fenilalanin dan tirosin, yang turut berperan dalam pembentukan karakteristik aroma produk (Harahap *et al.*, 2018).

### 3.2.3. Nilai Tekstur

Hasil penilaian organoleptik terhadap tekstur tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan disajikan pada **Tabel 3**. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat adanya variasi tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur pada setiap perlakuan fortifikasi. Perbedaan konsentrasi hidrolisat protein diduga memengaruhi kerapatan, kelembutan, dan daya rehidrasi produk, sehingga berdampak pada persepsi tekstur oleh panelis. Secara umum, peningkatan konsentrasi fortifikasi cenderung menyebabkan perubahan karakteristik tekstur yang semakin nyata. Oleh karena itu, diperlukan penentuan konsentrasi yang tepat agar tekstur produk tetap optimal dan dapat diterima oleh konsumen.

**Tabel 3. Nilai Tekstur Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.**

Perlakuan	Nilai Tekstur
T <sub>0</sub>	6,73 ± 0,28 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	7,05 ± 0,37 <sup>a</sup>
T <sub>10</sub>	7,83 ± 0,24 <sup>b</sup>
T <sub>15</sub>	7,37 ± 0,17 <sup>ab</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNJ

Berdasarkan hasil penilaian organoleptik **Tabel 3**, nilai rata-rata tekstur tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 6,73 – 7,83, dengan nilai tertinggi pada perlakuan T<sub>10</sub> sebesar 7,83 yang memiliki karakteristik sangat lembut dan dapat dikunyah, diikuti perlakuan T<sub>15</sub> sebesar 7,37 dengan karakteristik lembut dan dapat dikunyah, kemudian perlakuan T<sub>5</sub> sebesar 7,05 dengan karakteristik lembut dan dapat dikunyah, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan T<sub>0</sub> sebesar 6,73 yang memiliki karakteristik agak kenyal dan cukup dapat dikunyah. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap nilai rupa, hal ini ditunjukkan dari nilai  $F_{hitung} (8,63) > F_{tabel} (4,07)$  pada tingkat kepercayaan 95% sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan dilakukan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ). Pengujian mutu organoleptik dilakukan terhadap produk tiwul instan dalam kondisi basah setelah proses pengukusan, karena penilaian tekstur dilakukan sebagaimana produk dikonsumsi.

Berdasarkan hasil uji BNJ diperoleh bahwa pada perlakuan T<sub>0</sub> tidak berbeda nyata dengan T<sub>5</sub> dan T<sub>15</sub>, tetapi berbeda nyata dengan T<sub>10</sub>; perlakuan T<sub>5</sub> tidak berbeda nyata dengan T<sub>0</sub> dan T<sub>15</sub>, tetapi berbeda nyata dengan T<sub>10</sub>; perlakuan T<sub>10</sub> tidak berbeda nyata dengan T<sub>15</sub>, tetapi berbeda nyata dengan T<sub>0</sub> dan T<sub>5</sub>; sedangkan perlakuan T<sub>15</sub> tidak berbeda nyata dengan T<sub>0</sub>, T<sub>5</sub> dan T<sub>10</sub> pada taraf kepercayaan 95%. Peningkatan konsentrasi hidrolisat protein udang rebon menghasilkan tekstur tiwul instan yang lebih padat dan elastis karena protein hidrolisat berinteraksi dengan pati singkong selama proses pengukusan sehingga memengaruhi tingkat gelatinisasi pati. Interaksi tersebut berlangsung efektif karena hidrolisat protein udang rebon berbentuk cair dan bening, yang memudahkan interaksi dengan komponen pati selama pemasakan (Yuniarti *et al.*, 2024).

### 3.2.4. Nilai Rasa

Hasil penilaian organoleptik terhadap rasa pada tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan disajikan pada **Tabel 4**. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat adanya variasi tingkat kesukaan panelis terhadap rasa pada setiap perlakuan fortifikasi. Perbedaan konsentrasi hidrolisat protein diduga memengaruhi cita rasa khas, termasuk munculnya rasa gurih (umami) yang dapat meningkatkan penerimaan produk. Namun, pada konsentrasi yang lebih tinggi, rasa yang terlalu kuat berpotensi menurunkan tingkat kesukaan panelis. Secara umum, diperlukan penentuan konsentrasi fortifikasi yang optimal agar rasa yang dihasilkan tetap seimbang dan dapat diterima oleh konsumen.

**Tabel 4. Nilai Rasa Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.**

Perlakuan	Nilai Rasa
T <sub>0</sub>	5,35 ± 0,18 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	6,76 ± 0,28 <sup>c</sup>
T <sub>10</sub>	7,19 ± 0,12 <sup>c</sup>
T <sub>15</sub>	3,21 ± 0,40 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNJ

Berdasarkan hasil penilaian organoleptik **Tabel 4**, nilai rata-rata rasa tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 3,21 – 7,19, dengan nilai tertinggi pada perlakuan T<sub>10</sub> sebesar 7,19 yang memiliki karakteristik rasa tiwul dan terasa rasa udang, diikuti perlakuan T<sub>5</sub> sebesar 6,76 dengan karakteristik hambar dan sedikit rasa udang, kemudian perlakuan T<sub>0</sub> sebesar 5,35 dengan karakteristik spesifik rasa tiwul instan, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan T<sub>15</sub> sebesar 3,21 yang memiliki karakteristik kurang enak dan rasa udang. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap nilai rupa, hal ini ditunjukkan dari nilai  $F_{hitung} (133,62) > F_{tabel} (4,07)$  pada tingkat kepercayaan 95% sehingga  $H_0$  ditolak dan dilakukan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ). Berdasarkan hasil uji BNJ diperoleh bahwa pada perlakuan T<sub>0</sub> berbeda nyata dengan T<sub>5</sub>, T<sub>10</sub> dan T<sub>15</sub>; perlakuan T<sub>5</sub> tidak berbeda nyata dengan T<sub>10</sub>, tetapi berbeda nyata dengan T<sub>0</sub> dan T<sub>15</sub>; perlakuan T<sub>10</sub> tidak berbeda nyata dengan T<sub>5</sub>, tetapi berbeda nyata dengan T<sub>0</sub> dan T<sub>15</sub>; sedangkan perlakuan T<sub>15</sub> berbeda nyata dengan T<sub>0</sub>, T<sub>5</sub> dan T<sub>10</sub> pada taraf kepercayaan 95%.

Perbedaan konsentrasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh terhadap karakteristik rasa tiwul instan. Pengujian mutu organoleptik dilakukan terhadap produk tiwul instan dalam kondisi basah setelah proses pengukusan. Fortifikasi hidrolisat menghasilkan rasa manis dan gurih yang sejalan dengan karakteristik hidrolisat protein udang rebon yang memiliki cita rasa gurih khas udang (Yuniarti *et al.*, 2024). Rasa gurih tersebut berasal dari kandungan asam amino, seperti asam glutamat, asam aspartat, leusin, dan arginin, yang berperan dalam pembentukan cita rasa umami (Suparmi *et al.*, 2019). Berdasarkan ketentuan BPOM, rasa tiwul instan yang dapat diterima adalah tawar hingga sedikit asin. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa pada konsentrasi hidrolisat protein udang rebon tertentu, rasa tiwul instan masih berada dalam rentang yang dapat diterima. Namun, pada konsentrasi lebih tinggi, rasa produk cenderung didominasi rasa udang dan sedikit pahit yang diduga berasal dari kandungan asam amino arginin dalam hidrolisat protein udang rebon (Yuniarti *et al.*, 2021).

### 3.3. Analisis Proksimat

Pengujian proksimat bertujuan untuk menentukan komponen kimia utama dalam bahan pangan, yang meliputi kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat. Analisis ini memberikan gambaran mengenai

nilai gizi dan kualitas suatu produk pangan secara menyeluruh. Setiap parameter memiliki peran penting, misalnya kadar air berkaitan dengan daya simpan, sedangkan protein, lemak, dan karbohidrat berkontribusi terhadap nilai energi dan nutrisi. Selain itu, kadar abu mencerminkan kandungan mineral dalam bahan pangan. Dengan demikian, hasil analisis proksimat dapat digunakan sebagai dasar dalam evaluasi mutu dan pengembangan produk pangan.

### 3.3.1. Kadar Air

Hasil analisis kadar air terhadap produk tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan disajikan pada **Tabel 5**. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat adanya perbedaan kadar air pada setiap perlakuan fortifikasi. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh kemampuan hidrolisat protein dalam mengikat air, sehingga memengaruhi kadar air akhir produk. Secara umum, peningkatan konsentrasi fortifikasi dapat menyebabkan perubahan kadar air yang berdampak pada tekstur dan daya simpan produk. Oleh karena itu, pengendalian kadar air menjadi penting untuk menjaga kualitas dan stabilitas tiwul instan selama penyimpanan.

**Tabel 5.** Nilai Kadar Air Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.

Perlakuan	Nilai Kadar Air (%)
T <sub>0</sub>	8,63 ± 0,52 <sup>d</sup>
T <sub>5</sub>	5,99 ± 0,70 <sup>c</sup>
T <sub>10</sub>	3,99 ± 0,29 <sup>b</sup>
T <sub>15</sub>	2,73 ± 0,36 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNT

Berdasarkan **Tabel 5** hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar air tiwul instan yang difortifikasi hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 2,73–8,63%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan T<sub>0</sub> (8,63%), diikuti T<sub>5</sub> (5,99%), T<sub>10</sub> (3,99%), dan terendah pada T<sub>15</sub> (2,74%). Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh signifikan terhadap kadar air tiwul instan, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (93,84) > Ftabel (4,07) pada tingkat kepercayaan 95%, sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa seluruh perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Penurunan kadar air seiring peningkatan konsentrasi hidrolisat diduga dipengaruhi oleh proses pengeringan yang menyebabkan penguapan air akibat paparan panas, serta interaksi komponen bahan, mengingat hidrolisat protein udang rebon memiliki kadar air relatif rendah 10,82 (bb) (Suparmi *et al.*, 2019). Selain itu, kandungan pati tinggi pada tepung gapek sebagai bahan utama tiwul instan turut mempercepat pelepasan air selama pengeringan (Hartanti *et al.*, 2017; Romadhoni *et al.*, 2023). Seluruh nilai kadar air yang dihasilkan masih berada di bawah batas maksimum SNI 01-2997-1996 (13%), sehingga produk memenuhi standar mutu dan berpotensi memiliki daya simpan yang baik (Dewita & Syahrul, 2014).

### 3.3.2. Kadar Abu

Hasil analisis kadar abu terhadap produk tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan dapat diamati pada **Tabel 6**. Kadar abu merupakan indikator kandungan mineral total dalam suatu bahan pangan, sehingga nilai yang diperoleh dapat mencerminkan kontribusi mineral dari bahan fortifikan yang digunakan. Penambahan hidrolisat protein udang rebon diduga berpengaruh terhadap peningkatan kadar abu karena bahan tersebut mengandung mineral seperti kalsium dan fosfor. Variasi kadar abu antar perlakuan menunjukkan adanya perbedaan komposisi bahan dan tingkat fortifikasi yang diterapkan. Dengan demikian, hasil ini memberikan

gambaran bahwa fortifikasi tidak hanya meningkatkan kandungan protein, tetapi juga berpotensi memperkaya nilai gizi mineral pada produk tiwul instan.

**Tabel 6. Nilai Kadar Abu Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.**

Perlakuan	Nilai Kadar Abu (%)
T <sub>0</sub>	1,47 ± 0,24 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	1,93 ± 0,09 <sup>b</sup>
T <sub>10</sub>	2,47 ± 0,11 <sup>c</sup>
T <sub>15</sub>	2,88 ± 0,09 <sup>d</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNJ

Berdasarkan **Tabel 6** hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar abu tiwul instan dengan fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 1,47–2,88%, dengan nilai terendah pada perlakuan T<sub>0</sub> (1,47%), diikuti T<sub>5</sub> (1,93%), T<sub>10</sub> (2,47%), dan tertinggi pada T<sub>15</sub> (2,88%). Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap kadar abu tiwul instan, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (53,57) > Ftabel (4,07) pada tingkat kepercayaan 95%, sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa seluruh perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Peningkatan kadar abu seiring bertambahnya konsentrasi hidrolisat protein udang rebon menunjukkan meningkatnya kandungan mineral dalam produk, mengingat kadar abu mencerminkan jumlah mineral dalam bahan pangan (Dewita *et al.*, 2012), sementara hidrolisat protein udang rebon memiliki kadar abu relatif tinggi (Suparmi, 2020). Seluruh nilai kadar abu yang dihasilkan masih berada di bawah batas maksimum SNI 01-2997-1996 sebesar 3%, sehingga fortifikasi hidrolisat protein udang rebon tidak menurunkan mutu produk. Hasil ini sejalan dengan penelitian Trie *et al.* (2020), tentang fortifikasi hidrolisat protein udang rebon pada mie sagu menyebabkan peningkatan kadar abu. Peningkatan ini menunjukkan hubungan yang sebanding antara penambahan hidrolisat protein udang rebon dan peningkatan kadar abu pada produk mie sagu. Selain itu, menurut Suparmi *et al.* (2021) peningkatan kadar abu dapat disebabkan terjadinya pembentukan garam mineral selama proses hidrolisis dengan menggunakan NaOH dan HCl.

### 3.3.3. Kadar Protein

Hasil analisis kadar protein terhadap produk tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan dapat diamati pada **Tabel 7**. Kadar protein merupakan parameter penting dalam menilai peningkatan nilai gizi produk, khususnya sebagai sumber protein alternatif. Penambahan hidrolisat protein udang rebon diduga memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kadar protein seiring dengan bertambahnya tingkat fortifikasi yang digunakan. Perbedaan nilai kadar protein antar perlakuan menunjukkan efektivitas fortifikasi dalam memperkaya kandungan protein produk. Dengan demikian, fortifikasi ini berpotensi meningkatkan kualitas gizi tiwul instan sebagai pangan fungsional yang lebih bernilai.

Berdasarkan **Tabel 7** hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar protein tiwul instan dengan fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 1,77–9,09%, dengan nilai terendah perlakuan T<sub>0</sub> (1,77%), diikuti T<sub>5</sub> (4,99%), T<sub>10</sub> (7,85%), dan tertinggi pada T<sub>15</sub> (9,09%). Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap kadar protein tiwul instan, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (779,56) > Ftabel (4,07) pada tingkat kepercayaan 95%, sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan dilanjutkan dengan uji BNJ, dimana seluruh perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Peningkatan kadar protein ini menunjukkan bahwa hidrolisat protein udang rebon efektif digunakan sebagai bahan fortifikasi untuk meningkatkan nilai gizi tiwul instan, yang dimana hidrolisat protein udang rebon memiliki kandungan protein yang tinggi 87,51% (Suparmi, 2020). Hasil ini sejalan dengan

penelitian Zuly *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon pada produk pangan berbasis karbohidrat mampu meningkatkan kadar protein secara signifikan terhadap tepung premix pempek. Seluruh nilai kadar protein yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan SNI 01-2997-1996 tentang tiwul instan yang mensyaratkan kadar protein minimal 1,20%.

**Tabel 7. Nilai Kadar Protein Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon**

Perlakuan	Nilai Kadar Protein (%)
T <sub>0</sub>	1,77 ± 0,19 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	4,99 ± 0,10 <sup>b</sup>
T <sub>10</sub>	7,85 ± 0,15 <sup>c</sup>
T <sub>15</sub>	9,09 ± 0,31 <sup>d</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNJ

### 3.3.4. Nilai Lemak

Hasil analisis kadar lemak terhadap produk tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan dapat diamati pada **Tabel 8**. Kadar lemak merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan nilai energi serta karakteristik sensori produk pangan. Penambahan hidrolisat protein udang rebon diduga turut memengaruhi kadar lemak, meskipun kontribusinya relatif kecil dibandingkan komponen protein. Variasi kadar lemak antar perlakuan menunjukkan adanya pengaruh komposisi bahan dan tingkat fortifikasi yang digunakan. Dengan demikian, hasil ini mengindikasikan bahwa fortifikasi tidak hanya berperan dalam peningkatan protein, tetapi juga dapat memodifikasi kandungan lemak pada produk tiwul instan.

**Tabel 8. Nilai Kadar Lemak Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.**

Perlakuan	Nilai Kadar Lemak (%)
T <sub>0</sub>	0,49 ± 0,04 <sup>d</sup>
T <sub>5</sub>	0,38 ± 0,04 <sup>c</sup>
T <sub>10</sub>	0,27 ± 0,03 <sup>b</sup>
T <sub>15</sub>	0,20 ± 0,03 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNJ

Berdasarkan **Tabel 8** hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar lemak tiwul instan dengan fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 0,20–0,49%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan T<sub>0</sub> (0,49%), diikuti T<sub>5</sub> (0,38%), T<sub>10</sub> (0,27%), dan terendah pada T<sub>15</sub> (0,20%). Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh nyata terhadap kadar lemak tiwul instan, ditunjukkan oleh nilai Fhitung (44,37) > Ftabel (4,07) pada tingkat kepercayaan 95%, sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan dilanjutkan dengan uji BNT, dimana seluruh perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Penurunan kadar lemak seiring peningkatan konsentrasi hidrolisat diduga berkaitan dengan karakteristik hidrolisat protein udang rebon yang memiliki kandungan lemak relatif rendah 4,13% (Suparmi, 2020) serta perubahan struktur jaringan udang rebon akibat proses hidrolisis (Witono *et al.*, 2015). Hasil ini sejalan dengan penelitian Sukma (2020), yang menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon pada produk pangan berbasis karbohidrat menyebabkan penurunan kadar lemak. Kadar lemak yang rendah pada tiwul instan hasil fortifikasi berpotensi meningkatkan stabilitas dan daya simpan produk karena dapat menekan risiko kerusakan akibat oksidasi lemak (Nofiyanto *et al.*, 2024). Produk tiwul instan belum memiliki ketentuan khusus mengenai kadar lemak berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Namun, menurut Markus & Oematan (2019), serta

Alfian (2019), kadar lemak pada produk tiwul instan umumnya berkisar antara 0,45-0,50%. Dengan demikian, kadar lemak tiwul instan tanpa fortifikasi ( $T_0$ ) masih berada dalam kisaran tersebut, sedangkan penambahan hidrolisat protein udang rebon menyebabkan kadar lemak mengalami penurunan di bawah kisaran normal tersebut.

### 3.3.5. Nilai Karbohidrat

Hasil analisis kadar karbohidrat terhadap produk tiwul instan yang difortifikasi dengan hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein secara keseluruhan dapat diamati pada **Tabel 9**. Karbohidrat merupakan komponen utama dalam tiwul instan yang berperan sebagai sumber energi utama bagi tubuh. Penambahan hidrolisat protein udang rebon diduga menyebabkan penurunan proporsi kadar karbohidrat secara relatif, seiring dengan meningkatnya kandungan protein dalam formulasi produk. Perbedaan kadar karbohidrat antar perlakuan mencerminkan perubahan komposisi bahan akibat variasi tingkat fortifikasi yang digunakan. Dengan demikian, fortifikasi tidak hanya meningkatkan kandungan protein, tetapi juga memengaruhi keseimbangan komposisi makronutrien pada produk tiwul instan.

**Tabel 9. Nilai Kadar Karbohidrat Tiwul Instan Dengan Fortifikasi Hidrolisat Protein Udang Rebon.**

Perlakuan	Nilai Kadar Karbohidrat (%)
$T_0$	$87,64 \pm 0,43^b$
$T_5$	$86,71 \pm 0,47^b$
$T_{10}$	$85,41 \pm 0,06^a$
$T_{15}$	$85,09 \pm 0,24^a$

Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ) berdasarkan uji BNJ

Berdasarkan **Tabel 9** hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar karbohidrat tiwul instan dengan fortifikasi hidrolisat protein udang rebon berkisar antara 85,09–87,64%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan  $T_0$  (87,64%), diikuti  $T_5$  (86,71%),  $T_{10}$  (85,41%), dan terendah pada  $T_{15}$  (85,09%). Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi konsentrasi hidrolisat protein udang rebon berpengaruh signifikan terhadap kadar karbohidrat tiwul instan, ditunjukkan oleh nilai  $F_{hitung} (32,25) > F_{tabel} (4,07)$  pada tingkat kepercayaan 95%, sehingga  $H_0$  ditolak dan dilanjutkan dengan uji BNJ. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan  $T_{10}$  dan  $T_{15}$  tidak berbeda nyata, namun keduanya berbeda nyata dengan  $T_0$  dan  $T_5$ , begitu juga sebaliknya. Penurunan kadar karbohidrat seiring dengan peningkatan konsentrasi hidrolisat diduga berkaitan dengan metode penentuan karbohidrat secara by difference, yaitu perhitungan karbohidrat sebagai sisa dari komponen lain (air, protein, lemak, dan abu). Dalam metode ini, peningkatan proporsi komponen non-karbohidrat, seperti protein terlarut hasil hidrolisis atau komponen lain dalam hidrolisat, akan menyebabkan persentase karbohidrat terhitung menjadi lebih rendah. Dengan demikian, meskipun secara absolut kandungan karbohidrat tidak selalu mengalami penurunan, secara relatif nilainya dapat menurun akibat perubahan komposisi kimia bahan. Hal ini sejalan dengan laporan Taufik *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa metode by difference sangat dipengaruhi oleh fluktuasi komponen proksimat lainnya. Selain itu, hidrolisat protein udang rebon memiliki kadar karbohidrat yang rendah 65,65% (Suparmi, 2020), sedangkan tiwul instan memiliki karbohidrat yang tinggi 77,2 gram (Pratiwi *et al.*, 2018). Hal ini sejalan dengan penelitian Sukma (2020), yang menyatakan bahwa selama proses hidrolisis karbohidrat ikut larut sehingga semakin tinggi penambahan hidrolisat protein udang rebon, kadar karbohidrat pada tiwul instan cenderung menurun.

## 4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi hidrolisat protein udang rebon sebagai sumber protein memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik organoleptik (rupa, aroma, tekstur, dan rasa) serta

komposisi kimia tiwul instan berdasarkan analisis proksimat. Perlakuan fortifikasi sebesar 10% (T10) menghasilkan mutu terbaik, yang ditandai oleh rupa (sangat menarik berwarna kecokelatan), aroma (aroma khas tiwul dan aroma gurih udang), tekstur (sangat lembut dan dapat dikunyah), serta rasa (spesifik rasa tiwul dan terasa rasa udang). Secara kimia, perlakuan T10 menghasilkan kadar air 3,99%, abu 2,47%, protein 7,84%, lemak 0,27%, dan karbohidrat 85,41%.

Temuan ini memiliki potensi aplikasi yang luas, terutama dalam pengembangan produk pangan fungsional berbasis kearifan lokal dengan nilai gizi yang ditingkatkan. Produk tiwul instan terfortifikasi dapat dikembangkan sebagai alternatif pangan praktis tinggi protein untuk mendukung program diversifikasi pangan dan ketahanan pangan, khususnya di daerah yang bergantung pada sumber karbohidrat non-beras. Selain itu, hasil ini juga dapat dimanfaatkan oleh industri kecil dan menengah (IKM) sebagai inovasi produk olahan berbasis singkong yang memiliki nilai tambah ekonomi lebih tinggi.

Dalam konteks gizi masyarakat, produk ini memiliki potensi signifikan sebagai pangan intervensi bagi kelompok anak-anak, terutama dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan melalui peningkatan asupan protein yang mudah dicerna. Bagi kelompok rentan lainnya, seperti ibu hamil, lansia, dan masyarakat dengan keterbatasan akses terhadap sumber protein hewani, tiwul instan terfortifikasi dapat menjadi alternatif pangan yang lebih terjangkau dan bernilai gizi tinggi. Kandungan hidrolisat protein udang rebon yang relatif mudah diserap tubuh juga memberikan keuntungan tambahan dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan protein.

Dengan demikian, fortifikasi hidrolisat protein udang rebon tidak hanya meningkatkan kualitas produk secara sensori dan kimia, tetapi juga berkontribusi dalam upaya perbaikan status gizi kelompok rentan serta membuka peluang pengembangan produk komersial yang kompetitif, bergizi, dan berbasis potensi lokal.

## Ucapan Terimakasih

Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Indofood Riset Nugraha atas dukungan bantuan dana yang diberikan untuk kelancaran pelaksanaan dan keberhasilan penelitian ini. Dukungan tersebut sangat berarti dalam menunjang seluruh tahapan penelitian, mulai dari persiapan, pelaksanaan, hingga analisis data. Bantuan ini juga memungkinkan peneliti untuk memperoleh hasil yang lebih optimal dan berkualitas. Selain itu, kontribusi program ini turut mendorong pengembangan inovasi di bidang pangan berbasis sumber daya lokal. Oleh karena itu, kami sangat mengapresiasi komitmen IRN dalam mendukung penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat luas.

## Daftar Pustaka

- Aditia, D. H., Deanti, J. M., Ma'arif, M., & Dewi, E. N. (2018). *Produksi hidrolisat protein jeroan ikan nila (Oreochromis niloticus) menggunakan enzim bromelin buah nanas (Ananas comosus)*. [Laporan Penelitian]. Universitas Riau: Riau. 123 Hlm.
- Agustia, F. C., Rukmini, H. S., & Naufalin, R. (2018). Formulasi tiwul instan tinggi protein dari tepung ubi kayu yang disubstitusi tepung koro pedang dan susu skim. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(1).
- Alfian, D. (2019). Pengembangan produk tiwul instan sebagai makanan masa kini. *Jurnal Universitas Sebelas Maret*, 3(2), 14–20.
- AOAC International. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International (21st ed.)*. AOAC International. <https://www.aoac.org>
- Astuti, S. D., Edi, K., & Nuraeni, I. (2019). Pengembangan diversifikasi produk tiwul instan untuk meningkatkan daya saing UKM di Kabupaten Wonosobo. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(2), 123–134.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Kepala BPOM RI Nomor 21 Tahun 2016 tentang Kategori Pangan*. BPOM RI. <https://jdih.pom.go.id>

- Cahyo, D. D. (2019). *Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tepung gapek terfermentasi* [Skripsi]. Universitas Jember. 121 hlm.
- Dewita, & Syahrul. (2014). *Fortifikasi konsentrat protein ikan patin siam pada produk snack amplang dan mi sagu instan sebagai produk unggulan daerah Riau*. [Skripsi]. Universitas Riau: Riau. 120hlm.
- Dewita, D., Syahrul, S., & Febriansyah, R. (2012). Pola penerimaan siswa sekolah dasar terhadap produk makanan jajanan berbahan baku konsentrat protein ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(3), 216–222.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Riau. (2020). *Laporan tahunan Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Riau*. Riau, Indonesia. 89hlm.
- Efendi, D., Sarofa, U., & Rosida, D. F. (2023). Kajian substitusi tepung kecambah kacang tunggak dan penambahan xanthan gum pada pembuatan tiwul instan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 11(3), 125–135.
- Fellows, P. J. (2017). *Food processing technology: Principles and practice*. Woodhead Publishing.
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Harahap, M. S., Suparmi, & Dahlia. (2018). *Pengaruh konsentrasi enzim papain terhadap karakteristik hidrolisat protein udang rebon*. [Skripsi]. Universitas Riau.
- Hartanti, L., Syamsunihar, A., & Wijaya, K. A. (2017). Kajian agronomis dan kualitas tepung berbahan ubi kayu lokal. *Pro Food*, 3(2), 247–255.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Tabel komposisi pangan Indonesia*. Elex Media Komputindo.
- Kinsella, J. E. (1976). Functional properties of proteins in foods: A survey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 7(3), 219–280. <https://doi.org/10.1080/10408397609527208>
- Kristinsson, H. G., & Rasco, B. A. (2000). Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 43–81. <https://doi.org/10.1080/10408690091189266>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices* (2nd ed.). Springer.
- Markus, J. E., & Oematan, S. S. (2019). *Sifat kimia dan uji preferensi tiwul instan*. Universitas Nusa Cendana.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2016). *Sensory evaluation techniques* (5th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315371858>
- Nilsang, S., Lertsiri, S., Suphantharika, M., & Assavanig, A. (2005). Optimization of enzymatic hydrolysis of fish soluble concentrate by commercial proteases. *Journal of Food Engineering*, 70(4), 571–578. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.10.011>
- Nofiyanto, E., Wahyuningsih, S. B., & Tatarina, S. (2024). Instant tiwul formulation high in antioxidants from mocaf and okra flour. *JITIPARI*, 9(1), 32–41.
- Pratiwi, C. D., & Pangesthi, L. T. (2018). Pengaruh substitusi tepung tiwul terhadap sifat organoleptik sponge cake. *E-Journal Boga*, 7(2), 188–197.
- Ramadhan, D. H., Dewi, E. N., & Purnamayati, L. (2024). Characteristics of shrimp head protein hydrolysate flour. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(8), 3315–3320.
- Romadhoni, A., Supriyanto, S., & Fakhry, M. (2023). Pemanfaatan tepung mocaf dan jagung dalam tiwul instan. *JITIPARI*, 8(1), 20–31.
- Sari, D. R. (2019). *Karakteristik tiwul instan dengan substitusi edamame* [Disertasi]. Universitas Riau.
- Standar Nasional Indonesia. (1996). SNI 01-2997-1996: *Syarat mutu tepung singkong*. Badan Standardisasi Nasional. <https://www.bsn.go.id>
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices* (3rd ed.). Elsevier.

- Subagio, A. (2006). Pengembangan pangan berbasis singkong. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2), 45–54.
- Suparmi, S., et al. (2020). Potensi protein terhidrolisis sebagai antioksidan alami. *AACL Bioflux*, 13(3), 1292–1299.
- Suparmi, S., et al. (2021). Study of hydrolizate protein powder of rebon shrimp. *Pharmacognosy Journal*, 13(5), 1180–1185.
- Taufik, M., Seveline, Susnita, S., & Aida, D. Q. (2019). Formulasi cookies berbahan tepung tempe. *Jurnal Agroindustri Halal*, 5(1), 9–16.
- Trie, O. P., Suparmi, & Dahlia. (2020). Fortification of protein hydrolysate in sago noodles. *Jurnal Agroindustri*, 6(1), 1–10.
- Witono, Y., et al. (2015). Wader protein hydrolysates. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 288–289.
- Yuniarti, S., et al. (2024). Flavor enhancer from shrimp hydrolysate. *Food Research*, 8(1), 148–159.
- Yuniarti, T., et al. (2021). Produksi dan profil kimia hidrolisat protein udang. *Jurnal Perikanan UGM*, 23(1), 63–69.
- Zuly, M. F., Suparmi, & Dewita. (2019). Fortifikasi hidrolisat protein udang rebon. *Jurnal Online Mahasiswa Perikanan*, 6, 1–12.

