

FORTIFIKASI TEPUNG IKAN TERI (*Stolephorus* sp.) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN MIKROSTRUKTUR MI BERBASIS SAGU

Christina Litaay^{1*}, Tasya Annafia Mutiara², Ashri Indriati¹, Fithria Novianti¹,
Laela Nuraini¹, Nurhaidar Rahman¹

¹Pusat Riset Teknologi Tepat Guna, BRIN Subang, Jawa Barat Jalan KS. Tubun, Cigadung, Subang

²Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Bandung

Diterima: 29 Desember 2022/Disetujui: 13 Maret 2023

*Korespondensi: christina_litaay@yahoo.com

Cara sitasi (APA Style 7th): Litaay, C., Mutiara, T. A., Indriati, A., Novianti, F., Nuraini, L., & Rahman, N. (2023). Fortifikasi tepung ikan teri (*Stolephorus* sp.) terhadap karakteristik fisik dan mikrostruktur mi berbasis sagu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 127-138. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i1.45159>

Abstrak

Fortifikasi tepung ikan teri pada mi non gluten merupakan suatu bentuk diversifikasi produk perikanan dan dapat meningkatkan nilai gizi dari mi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu tanak mi, daya rehidrasi, komposisi kimia, dan mikrostruktur produk mi berbasis sagu dengan fortifikasi tepung ikan teri. Metode penelitian adalah proses pembuatan mi dengan fortifikasi tepung ikan teri ke dalam tepung sagu 100%. Tepung ikan teri yang ditambah dengan konsentrasi 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9%, kemudian ditambahkan air 25% dan garam 2%, setelah itu adonan dicampur dengan mikser selama 15 menit selanjutnya dilakukan proses prigelatinisasi pati selama 30 menit, pembentukan untaian mi dengan ekstruder dan dikeringkan pada suhu ruang selama 2 hari. Sampel mi ikan teri selanjutnya dilakukan pengujian dengan tiga kali pengulangan pada uji fisik, komposisi kimia, dan mikrostruktur. Karakteristik fisik menunjukkan bahwa fortifikasi tepung ikan teri memengaruhi waktu tanak berkisar antara 6,86-7,17 menit, dan daya rehidrasi berkisar antara 80,27%-88,20%. Komposisi kimia mi dengan fortifikasi tepung ikan teri adalah kadar protein sebesar 0,37%-8,59%; kadar abu 3,43%-4,19%; kadar lemak 0,13%-1,97%, dan kadar air 12,01%-12,56%. Mikrostruktur mi menunjukkan adanya perbedaan seperti struktur internal yang kompak dan sedikit kasar, halus dan sedikit kompak karena ada zona renggang, serta kompak dan halus.

Kata kunci: daya rehidrasi, fortifikasi, ikan teri, mi, waktu tanak

Fortification of Anchovy (*Stolephorus* sp.) Flour on Physical Characteristics and Microstructures of Sago-Based Noodles

Abstract

Fortification of anchovy flour in non-gluten noodles is a form of fishery product diversification and can increase the nutritional value of noodles. This study was aimed to determine the cooking time of noodles, rehydration power, chemical composition, and microstructure of sago-based noodle products with anchovy flour fortification. This research is about the process of making noodles by anchovy flour fortification into 100% sago flour. Anchovy flour was added with a concentration of 0%, 3%, 5%, 7%, and 9%, then added 25% water and 2% salt, after that the mixture was mixed with a mixer for 15 minutes then the starch pre-gelatinization process was carried out for 30 minutes. The noodle strands formed with an extruder and drying at room temperature for 2 days. The anchovy noodle sample was then tested with three repetitions on physical, chemical composition, and microstructural tests. Physical characteristics showed that fortification of anchovy flour affected cooking time ranging from 6.86-7.17 minutes, and rehydration power ranged from 80.267%-88.20%. The chemical composition of noodles with anchovy flour fortification is a protein content of 0.37%-8.59%; ash content of 3.43%-4.19%; fat content of 0.13% -1.97%, and water content of 12.01% -12.56%. The noodle microstructure shows differences such as the internal structure

which is compact and slightly rough, smooth and slightly compact because there are tenuous zones, and compact and smooth.

Keyword: anchovy, cooking time, fortification, noodles, rehydration power

PENDAHULUAN

Ikan teri (*Stolephorus* sp.) merupakan komoditas perikanan yang kaya nutrisi minyak omega-3, zat besi, dan kalsium (Siriskar *et al.*, 2013) serta memiliki kandungan gizi yaitu fosfor 500 mg, protein 16 g, besi 1,0 mg, energi 77 kkal, lemak 1 g, kalsium 500 mg, Vitamin B 0,1 mg, dan Vitamin A 47 IU per 100 g (Aryati & Dharmayanti, 2014). Menurut Nasution *et al.* (2018), kelebihan ikan teri dapat dikonsumsi semua kalangan usia dalam berbagai bentuk sebagai lauk pauk makanan, karena dari kepala, daging, dan tulang ikan dapat dimakan.

Pemanfaatan ikan teri yang memiliki kandungan gizi tinggi belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan ikan teri melalui fortifikasi pada produk pangan dapat dilakukan mengingat tingginya kandungan gizi. Pengolahan ikan teri dapat berupa tepung ikan (Ghaisany *et al.*, 2018). Tepung ikan teri telah dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pengembangan fortifikasi pada produk mi. Fortifikasi tepung ikan teri pada mi non gluten merupakan suatu bentuk diversifikasi produk perikanan dan dapat meningkatkan nilai gizi dari mi. Kandungan gizi mi non gluten berbasis sagu dengan fortifikasi tepung ikan dapat menjadi makanan alternatif yang bergizi, mengenyangkan karena mengandung karbohidrat dan juga protein yang tinggi, serta meningkatkan nilai ekonomis.

Perkembangan konsumsi mi yang sangat pesat memberi gambaran bahwa mi merupakan jenis makanan yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi konsumen Indonesia. Secara umum mi terbuat dari tepung terigu dan memiliki kandungan gluten dalam gandum yang berkontribusi dalam tekstur dan viskoelastisitas adonan, selain itu gluten memengaruhi ketahanan pada ekstensitas (Yazar *et al.*, 2017; Zheng *et al.*, 2020).

Namun, di sisi lain peningkatan konsumsi mi berpeluang menurunkan devisa negara, karena merupakan produk yang terbuat dari tepung terigu yang merupakan komoditas

impor. Kebutuhan mi menyebabkan peningkatan volume impor gandum dan konsumsi tepung terigu nasional. Bahan baku terigu harus diimpor, maka diupayakan pengembangan teknologi mi berbahan baku lokal, misalnya dengan memanfaatkan sagu sebagai alternatif pengganti terigu.

Sagu adalah salah satu komoditas pangan penghasil karbohidrat dalam jumlah besar yang tumbuh dalam dinamika ekosistem yang stabil dan berkelanjutan. Selain itu sagu sangat potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan alternatif pengganti beras yang memiliki kandungan kalsium, fosfor, zat besi, dan karbohidrat yang tinggi. Menurut Mawaddah *et al.* 2021, pati sagu mempunyai daya kembang (*swelling power*) yang tinggi yaitu 97%. Komposisi gizi pati sagu yaitu air 40,21%, protein <0,10%, lemak 0,15%, abu 0,20%, dan karbohidrat 80,45% (Mustafa *et al.*, 2019). Sagu memiliki kandungan karbohidrat tinggi, namun rendah protein sehingga perlu difortifikasi dengan tepung ikan teri. Fortifikasi tepung ikan ke dalam produk mi berbahan lokal sagu dapat meningkatkan nilai gizi protein sagu. Fortifikasi pangan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi defisiensi mikronutrien dan pengaturan penambahan zat gizi mikro pada makanan perlu dipantau pemerintah (Helmiyati *et al.*, 2018).

Pengembangan pangan lokal berbasis sagu dan ikan teri diharapkan meningkatkan ketahanan pangan melalui pangan lokal, dan mengatasi masalah tengkes (*stunting*) pada anak akibat kurang beragamnya protein hewani dengan perbaikan gizi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu tanak mi, daya rehidrasi, komposisi kimia, dan mikrostruktur produk mi berbasis sagu dengan fortifikasi tepung ikan teri.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan teri segar yang diperoleh

dari Blanakan Subang dan tepung sagu dari Ambon, Maluku. Bahan tambahan yang digunakan adalah garam 2% dan air 25%. Alat yang digunakan adalah erlenmeyer (Pyrex), ekstruder (*power 2 pk screw* bertingkat), dan *scanning electron microscope* JFC-1100.

Metode Penelitian

Pembuatan tepung ikan teri

Pembuatan tepung ikan teri mengacu pada Litaay (2012). Pembuatan tepung ikan menggunakan seluruh tubuh ikan teri yang diawali proses pencucian, selanjutnya dilakukan proses perendaman ikan dalam natrium bikarbonat 0,8% dengan lama perendaman 45 menit. Proses berikutnya adalah perebusan pada suhu 80°C selama 15 menit, proses pengepresan ikan 10 menit, dan pengeringan pada suhu 55°C selama 5 jam, kemudian penghalusan dan penepungan dengan ukuran partikel yang lolos pada saringan 60 mesh.

Pembuatan mi ikan teri (Litaay, 2012)

Metode pembuatan mi adalah tepung sagu 100% ditambah tepung ikan teri dengan variasi konsentrasi 3%, 5%, 7%, dan 9%, kemudian ditambahkan air 25% dan garam 2%. Adonan dicampur dengan mikser selama 15 menit selanjutnya dilakukan proses prigelatinisasi pati selama 30 menit dengan cara adonan dikukus. Selanjutnya pembentukan untaian mi dengan suhu ekstruder 75°C dan kemudian dilakukan *tempering* pada suhu ruang 27°C selama 2 hari. Sampel mi kontrol dan mi dengan fortifikasi tepung ikan teri selanjutnya dilakukan pengujian dengan tiga kali pengulangan.

Uji waktu tanak (Collado *et al.*, 2001)

Air sebanyak 200 mL dipanaskan sampai mendidih, kemudian 5 g mi yang telah dipotong sepanjang 3 cm, dimasukkan ke dalam air mendidih tersebut. Setiap 30 detik helaian mi diletakkan di antara dua gelas arloji kemudian ditekan. Waktu tanak optimum diperoleh pada saat seluruh bagian mi menyerap air dengan sempurna atau pada saat tidak terbentuk titik putih ketika mi ditekan dengan gelas arloji. Waktu dicatat mulai dari perebusan mi sagu sampai matang.

Uji daya rehidrasi (Ko *et al.*, 2015)

Daya rehidrasi adalah daya serap air yang dilihat dari banyaknya air yang dapat masuk dalam adonan. Daya rehidrasi merupakan kemampuan mengikat air melalui ikatan hidrogen yang dinyatakan sebagai rasio massa mi sebelum dan setelah dimasak. Tahapan dalam pengujian daya rehidrasi antara lain sampel mi ditimbang di awal sebagai berat awal sebelum dimasak, kemudian dimasukkan sebanyak 10 g mi ke dalam 200 mL air yang mendidih selama 5 menit. Mi yang direbus selanjutnya ditiriskan selama 3 menit kemudian ditimbang sebagai berat akhir mi. Rumus untuk menghitung daya rehidrasi sebagai berikut:

$$\text{Daya rehidrasi (\%)} = \frac{B(g) - A(g)}{A(g)} \times 100\%$$

Keterangan:

A= berat mi sebelum dimasak (g)

B= berat mi setelah masak (g)

Uji komposisi kimia

Kadar abu (Association of Official Analytical Chemist [AOAC], 2005)

Penentuan kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan kering. Cawan dikeringkan selama 30 menit dalam oven pada suhu tertentu suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (B1). Sebanyak 5 g sampel dimasukkan ke dalam cawan kemudian dibakar, selanjutnya diletakkan ke dalam tungku pengabuan dan dibakar pada suhu 400°C sampai diperoleh abu atau sampel dengan berat konstan. Kemudian suhu tungku dinaikkan menjadi 550°C selama 12-24 jam. Sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (B2). Kandungan abu dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{B2 - B1}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Kadar protein (AOAC, 2005)

Sebanyak 0,1-0,5 g sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL dan ditambahkan 40 mg HgO; 1,9 mg K₂SO₄; dan 2 mL H₂SO₄. Proses penghancuran (pemanasan dalam keadaan mendidih) dilakukan selama 1-1,5 jam, hingga larutan menjadi jernih. Setelah

dingin, ditambahkan 1-2 mL akuades dan ditambahkan 20 mL NaOH 40% kemudian didestilasi. Hasil destilasi ditampung dalam labu Erlenmeyer 125 mL yang berisi campuran 5 mL H₃BO₃ dan 2-4 tetes indikator (2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian metilen biru 0,2% dalam alkohol). Sampel yang telah diencerkan ditambah 8-10 mL NaOH-Na₂S₂O₃ (natrium tiosulfat). Destilasi dihentikan setelah volume destilat menjadi 15 mL, kemudian diencerkan menjadi 50 mL. Hasil destilasi dititrasi dengan HCl 0,02 N dari buret hingga berwarna merah muda. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk blanko. Kandungan nitrogen total dihitung sebagai berikut:

$$N (\%) = \frac{(A-B) \times \text{NHCl} \times 14}{\text{sampel (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan:

Kandungan protein = % N x Faktor konversi

A = mL titrasi sampel

B = mL titrasi blanko

Faktor konversi = 6,25

Kadar lemak (AOAC, 2005)

Penentuan kadar lemak dilakukan dengan metode Soxhlet. Labu lemak dikeringkan dalam oven selama 1 jam ($T = 100-105^{\circ}\text{C}$) kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit (A). Sebanyak 2 g sampel ditebarkan pada kapas kemudian dibungkus dengan kertas saring, dan dimasukkan ke dalam labu Soxhlet. Sampel diekstraksi selama 4-5 jam dengan 150 mL pelarut lemak berupa heksana. Lemak hasil ekstraksi dikeringkan dalam oven pada suhu ($100-105^{\circ}\text{C}$) selama 60 menit. Labu lemak didinginkan dalam desikator selama 20-30 menit dan ditimbang (B).

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{B-A}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Kadar air (AOAC, 2005)

Kadar air diukur menggunakan metode oven. Cawan dikeringkan dalam oven pada suhu $100-105^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam dan didinginkan dalam desikator selama ± 15 menit kemudian ditimbang. Sebanyak 2 g sampel dimasukkan ke dalam cawan dan dicatat sebagai berat bahan dalam cawan (B1),

kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $100-105^{\circ}\text{C}$ selama 6 jam sampai beratnya konstan. Cawan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit hingga dingin dan ditimbang sebagai berat akhir sampel (B2). Kandungan air dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B1-B2}{B2} \times 100\%$$

Pengujian mikrostruktur (SEM) (Toya *et al.*, 1986)

Struktur mikroskopis mi berbasis sagu dengan fortifikasi tepung ikan diamati menggunakan SEM. Sampel ditaburkan pada pemegang spesimen yang dilapisi *double sticky tape*, kemudian dibersihkan dengan *hand blower* untuk menghilangkan debu-debu pengotor. Sampel yang telah menempel pada *double sticky tape* kemudian dilapisi emas-pladium setebal 400 Å dengan menggunakan mesin ion Sputter JFC-1100. Pelapisan tersebut dimaksudkan agar benda uji yang akan dipotret menjadi penghantar listrik. Sampel yang telah dilapisi emas-pladium selanjutnya dimasukkan ke dalam *specimen chamber* pada mesin SEM untuk pemotretan pada perbesaran 2.500x untuk struktur internal penampang dalam. Sumber elektron dipancarkan menuju sampel untuk memindai permukaan sampel, kemudian emas sebagai konduktor akan memantulkan elektron ke detektor pada mikroskop SEM. Hasil pemindaian akan diteruskan ke detektor menuju monitor. Hasil yang diperoleh berupa gambar tiga dimensi permukaan butiran dan penampang dalam mi berbasis sagu.

Analisis Data

Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis varians (ANOVA). Setiap parameter diuji yaitu mi sagu tanpa fortifikasi tepung ikan teri (kontrol) dan mi sagu yang difortifikasi dengan tepung ikan teri (3%, 5%, 7%, dan 9%). Jika ada perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) untuk menentukan perbedaan antara rata-rata. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Waktu Tanak

Waktu tanak adalah lamanya waktu yang dibutuhkan pada saat proses pemasakan untuk dapat menghilangkan titik putih pada bagian tengah dari untaian mi (Basman & Yalcin, 2011). Waktu tanak mi berkisar antara 6,86-7,17 menit. Waktu tanak dapat dilihat pada Gambar 1.

Peningkatan penambahan konsentrasi tepung ikan teri mengakibatkan penurunan waktu tanak mi. Hasil penelitian sejalan dengan penelitian mi sagu yang difortifikasi tepung ikan cakalang, yaitu waktu tanak mi kontrol 12,5 menit mengalami penurunan menjadi 8,0 menit untuk waktu tanak mi dengan fortifikasi tepung ikan cakalang 8%. Hal ini menunjukkan bahwa mi berbahan sagu (kontrol) memiliki waktu tanak lebih lama karena kandungan pati yang besar (Litaay, 2012).

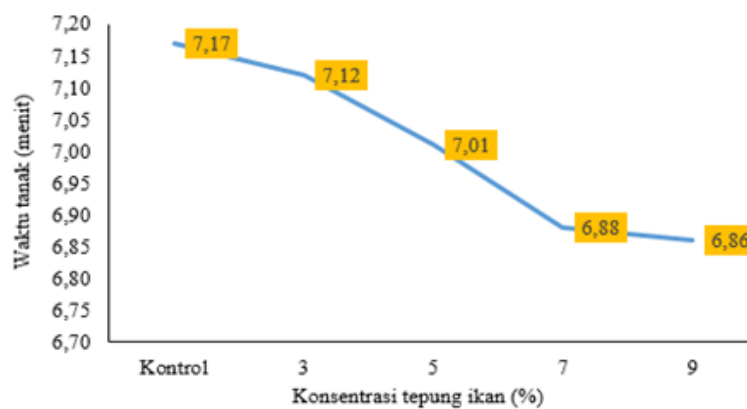
Hasil penelitian mi dengan penambahan tepung ikan teri memiliki waktu tanak lebih singkat dibandingkan dengan mi dari pencampuran sagu kering dan bahan pengikat yaitu 7-9 menit (Widaningrum *et al.*, 2005), mi dengan fortifikasi tepung ikan cakalang 7,83-9,67 menit (Litaay *et al.*, 2022) dan penelitian Thao & Noomhorm (2011) dengan waktu tanak berkisar 8-11 menit. Adanya pencampuran tepung ikan dalam adonan mengakibatkan terganggunya ikatan antar molekul pati, sehingga lebih mudah air masuk. Semakin cepat penetrasi air yang masuk, maka waktu memasak semakin singkat (Litaay, 2012).

Waktu tanak akan semakin rendah, jika substitusi atau penambahan semakin banyak (Andiani *et al.*, 2018). Menurut Yadav *et al.* (2014), adanya bahan lain selain tepung terigu dapat mengakibatkan diskontinuitas pada jaringan gluten sehingga penetrasi air yang lebih cepat dan mengakibatkan menurunnya waktu pemasakan.

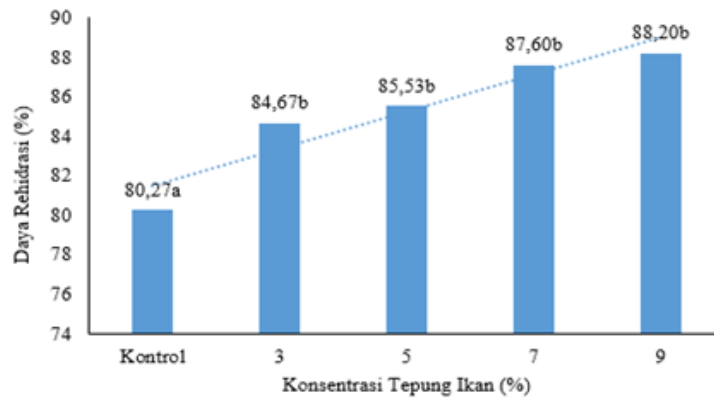
Uji Daya Rehidrasi

Daya rehidrasi merupakan kemampuan suatu mi untuk menyerap air kembali setelah proses pengeringan (Safriani *et al.*, 2013). Nilai rehidrasi mi kontrol dan mi dengan penambahan tepung ikan teri berkisar antara 80,27% sampai 88,20%. Daya rehidrasi mi dengan penambahan konsentrasi tepung ikan teri dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai rehidrasi mi tertinggi pada penambahan tepung ikan teri (9%), sedangkan terendah pada perlakuan kontrol. Daya rehidrasi mi yang tinggi disebabkan banyaknya konsentrasi tepung ikan teri yang digunakan. Hasil ini sesuai dengan penelitian Canti *et al.* (2020), penambahan tepung ikan tuna 15% memiliki daya rehidrasi yang tinggi sebesar 166,90% dibandingkan mi tanpa penambahan tepung ikan tuna (0%) sebesar 144,34%. Daya serap air semakin tinggi dengan semakin tinggi penambahan tepung ikan tuna pada mi kering. Berbeda dengan penelitian Tuhumury *et al.* (2020), yaitu mi dengan penambahan tepung ikan tuna 20% memiliki daya rehidrasi yang rendah sebesar 49,54% dibandingkan mi kontrol sebesar 64,09%. Mi



Gambar 1 Waktu tanak mi dengan berbagai konsentrasi tepung ikan teri, kontrol tanpa fortifikasi tepung ikan teri, fortifikasi tepung ikan teri 3%, fortifikasi tepung ikan teri 5%, fortifikasi tepung ikan teri 7%, dan fortifikasi tepung ikan teri 9%



Gambar 2 Daya rehidrasi mi dengan berbagai konsentrasi tepung ikan teri, kontrol tanpa fortifikasi tepung ikan teri, fortifikasi tepung ikan teri 3%, fortifikasi tepung ikan teri 5%, fortifikasi tepung ikan teri 7%, dan fortifikasi tepung ikan teri 9%. Notasi huruf *superscript* menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji BNT ($p < 0,05$)

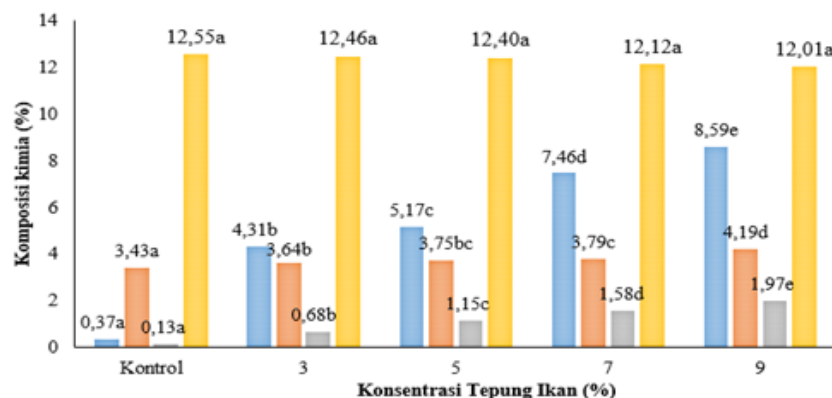
kering dengan fortifikasi tepung ikan sidat 10% memiliki daya rehidrasi terendah sebesar 138,26% (Rahmawati *et al.*, 2016).

Semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung ikan motan dalam proses pengadonan dapat mengakibatkan semakin tinggi daya serap air pada mi kering (Safriani, 2013; Irsalina *et al.*, 2016). Sari *et al.* (2022) menjelaskan bahwa kandungan protein pada bahan pangan dapat memengaruhi kemampuan mi untuk menyerap air. Terbentuknya ikatan yang kompleks antara pati dan protein disebabkan oleh tingginya kandungan protein di dalam produk mi. Hal

ini dapat memengaruhi mi dalam penyerapan air (Canti *et al.*, 2022). Adanya interaksi antara protein dan polisakarida pati sangat berpengaruh dalam struktur bahan pangan. Penambahan protein ikan dalam jumlah yang banyak mengakibatkan persaingan dengan karbohidrat dalam hal mengikat molekul air (Litaay, 2012; Tuhumury *et al.*, 2020).

Komposisi Kimia

Komposisi kimia mi yang diamati antara lain kadar protein, abu, lemak, dan air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Komposisi kimia mi sagu dengan fortifikasi tepung ikan teri; kontrol tanpa fortifikasi tepung ikan teri, fortifikasi tepung ikan teri 3%, fortifikasi tepung ikan teri 5%, fortifikasi tepung ikan teri 7%, dan fortifikasi tepung ikan teri 9%; ■ protein, ■ abu, ■ lemak, ■ air; notasi huruf *superscript* menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji BNT ($p < 0,05$)

Kadar protein mi tanpa fortifikasi tepung ikan teri sebesar 0,37%-8,59%. Kandungan protein tertinggi terdapat pada mi sagu dengan perlakuan tepung ikan teri 9% sebesar 8,59% dibandingkan dengan mi kontrol 0% (0,37%). Kadar protein mi sagu mengalami peningkatan seiring dengan penambahan persentase tepung ikan teri. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan fortifikasi tepung ikan teri menyebabkan kandungan protein pada mi sagu meningkat karena ikan teri merupakan sumber utama protein. Wood (2009) menjelaskan bahwa kandungan protein umumnya akan meningkat seiring dengan adanya fortifikasi ($p < 0,05$). Mi yang diperkaya dengan tepung ikan layang 12% memiliki kandungan protein sebesar 10,39% dibandingkan mi kontrol (0%) sebesar 4,60%. Ikan memiliki kandungan protein yang tinggi dan asam amino esensial sempurna dibandingkan protein hewani lainnya (Rumapar, 2015).

Kandungan protein ini juga masih tergolong tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Pujiastuti (2009) pada mi dengan penambahan tepung rumput laut sebesar 0,28-0,34%. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Litaay *et al.* (2022), yaitu penambahan tepung ikan cakalang 10% adalah 6,62%. Penelitian Agustini & Haryati (2007) menunjukkan bahwa mi dengan penambahan 5% tepung ikan memiliki kadar protein sebesar 10,47%, sehingga substansi tepung ikan dalam produk dapat meningkatkan kandungan protein mi instan. Penambahan lumatan daging ikan nila pada mi kering memiliki kadar protein sebesar 13,04% dibandingkan kontrol 11,32% (Kencana *et al.*, 2018). Protein mempunyai nilai gizi tinggi sehingga dapat memperkaya berbagai produk makanan (Corapci & Guneri, 2020). Menurut Marconi & Messia (2021) produk pasta memiliki nilai gizi dan kandungan protein tinggi daripada pasta semolina konvensional karena adanya penambahan bahan baku yang kaya protein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar protein mi sagu masih memenuhi SNI 01-3551-2000 yaitu minimal 4,0% (Badan Standardisasi Nasional [BSN], 2000).

Kadar abu mi sagu berkisar antara 3,43-4,19%. Mi dengan fortifikasi tepung ikan

teri 9% memiliki nilai kadar abu tertinggi yaitu 4,19% jika dibandingkan mi kontrol (0%). Adanya fortifikasi tepung ikan teri dapat meningkatkan kadar mineral produk, sehingga berpengaruh nyata terhadap kadar abu mi. Chhikara *et al.* (2019) menjelaskan bahwa penambahan 40% daging buah bit dapat meningkatkan kadar abu mi sebesar 4,36% dibandingkan dengan kontrol (3,67%). Semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung ikan, maka akan semakin tinggi pula kadar abu mi kering. Kadar abu mi kering tinggi dengan penambahan tepung ikan motan sebesar 14,20% (Irsalina *et al.*, 2016).

Kadar abu ini masih tergolong tinggi dibandingkan dengan penelitian Rahmawati *et al.* (2015) sebesar 2,59% untuk penambahan tepung ikan sidat 20%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian mi kering penambahan tepung ikan cakalang 14% dapat meningkatkan nilai kadar abu dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Litaay *et al.*, 2022). Kadar abu mi sagu mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi tepung ikan teri. Meningkatnya kadar abu mi dipengaruhi oleh adanya fortifikasi tepung ikan teri. Ikan teri adalah jenis ikan kecil yang memiliki keistimewaan seluruh bagian tubuhnya dapat dikonsumsi (Murdiati & Amaliah, 2013). Anggarini (2015) menjelaskan bahwa kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang berasal dari komponen anorganik di makanan. Berdasarkan SNI 01-3551-2000 (BSN, 2000), mi sagu dengan fortifikasi tepung ikan teri belum memiliki standar kadar abu.

Kadar lemak mi dengan fortifikasi tepung ikan berkisar antara 0,13-1,97%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar lemak mi 9% (1,97%) lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar protein mi kontrol 0%, dan mi dengan fortifikasi tepung ikan teri lainnya. Penelitian ini sesuai dengan penelitian Irsalina *et al.* (2016), mi dengan penambahan 10% tepung ikan Motan memiliki kadar lemak sebesar 0,94%. Jika dibandingkan dengan kandungan lemak mi hasil penelitian Litaay *et al.* (2022) sebesar 0,17% maka kandungan lemak hasil penelitian masih tinggi. Penelitian ini juga mirip dengan penelitian Zuhri *et al.* (2014) mi kering

memiliki kadar lemak 2,02% seiring dengan penambahan tepung daging ikan lele dumbo 10% dibandingkan kontrol 1,59% dan Haryati *et al.* (2007) kadar lemak mi instan sebesar 19,05% dengan penambahan tepung ikan kembung 20%.

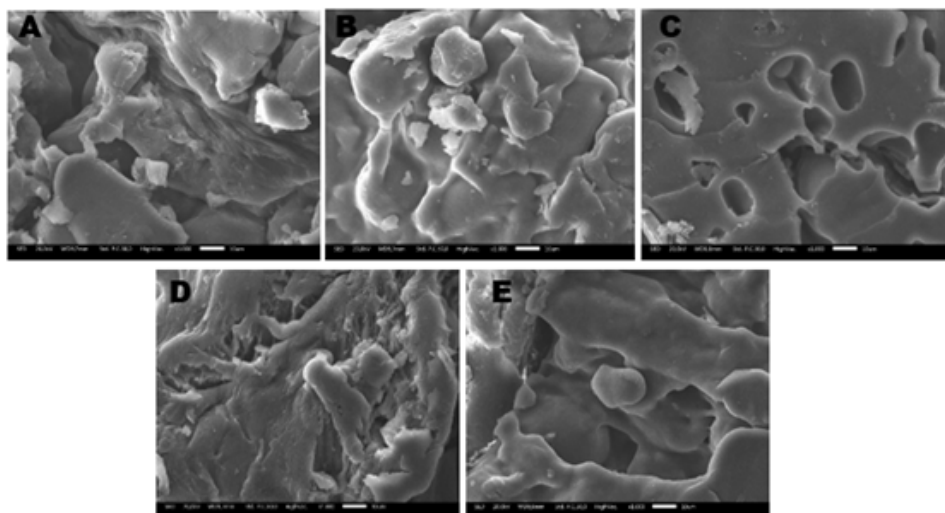
Kadar lemak mi sagu menunjukkan peningkatan seiring dengan penambahan persentase tepung ikan teri. Semakin tinggi konsentrasi tepung ikan teri maka kandungan lemaknya juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Zuhri *et al.* (2014) yaitu kadar lemak mi meningkat karena tingginya kandungan lemak yang terdapat pada ikan. Adanya penggunaan bahan yang memiliki lemak cukup tinggi menyebabkan meningkatnya kadar lemak. Kadar lemak dalam suatu produk selain berasal dari bahan baku utama juga bahan tambahan lain yang digunakan (Susanto & Nurhikmat, 2008). Berdasarkan SNI 01-3551-2000 (BSN, 2000), mi sagu dengan fortifikasi tepung ikan teri belum memiliki standar kadar lemak.

Kadar air mi dengan fortifikasi tepung ikan berkisar antara 12,01-12,56%. Kadar air mi kontrol memiliki kadar air tertinggi yaitu 12,56%, sedangkan mi dengan konsentrasi tepung ikan teri 9% kadar air menurun menjadi 12,01%. Hasil penelitian Murniyati *et al.* (2010), mi dengan penambahan ikan 20% memiliki kadar air 10,75%; kadar air mi dengan penambahan tepung ikan 20% sebesar 8,59% (Agustini &

Haryati, 2007). Selain itu ada juga penelitian serupa yaitu penambahan tepung daging ikan lele dumbo 20% memiliki kadar air 10,61% (Zuhri *et al.*, 2014).

Tepung ikan memiliki kemampuan mengikat air, selain itu pati sagu memiliki gugus hidroksil yang banyak pada molekul pati dan kadar pati yang cukup tinggi sehingga mampu menyerap air. Kadar air mi dengan penambahan tepung ikan bandeng dan ikan kembung lebih rendah dibandingkan kontrol (9,26%) yaitu 7,57% dan 8,18% (Kencana *et al.*, 2018). Mustafa *et al.* (2019) menjelaskan bahwa pati sagu mempunyai kadar air yang tinggi sebesar 40,21%. Berdasarkan SNI 01-3551-2000 (BSN, 2000), kadar air mi lebih rendah dari batas maksimum sebesar 14,5%.

Hasil SEM menunjukkan bahwa fortifikasi tepung ikan teri pada mi berbasis sagu memengaruhi struktur internal mi yang dihasilkan. Uji mikrostruktur internal mi kontrol tanpa fortifikasi tepung ikan teri (Gambar 3A) dan mi dengan fortifikasi tepung ikan teri 7% (Gambar 3D) secara umum menunjukkan persamaan dengan perbesaran 1.000x, yaitu memiliki struktur internal yang kompak dan sedikit kasar. Hal ini berbeda dengan struktur internal mi dengan fortifikasi tepung ikan teri 5% (Gambar 3C) yang lebih halus dan sedikit kompak karena ada zona renggang, sedangkan mi dengan fortifikasi tepung ikan



Gambar 4 Struktur mikroskopis struktur internal mi berbasis sagu dengan fortifikasi tepung ikan teri. (A) Kontrol; (B) 3%; (C) 5%; (D) 7%; dan (E) 9%

teri 3% (Gambar 3B) dan fortifikasi tepung ikan teri 9% (Gambar 3E) memiliki struktur internal yang sangat kompak dan halus. Pada uji SEM adanya pengaruh penambahan atau fortifikasi konsentrasi tepung ikan teri 3% dan 9% menunjukkan struktur internal mi yang dihasilkan menjadi semakin rapat atau kompak, sedangkan fortifikasi tepung ikan teri 5% sedikit kompak karena masih terdapat zona renggang, dan 7% memiliki struktur internal yang kompak dan sedikit kasar.

Interaksi protein dan polisakarida menunjukkan adanya interaksi elektrostatis atau ikatan kovalen yang berperan penting pada struktur dan tekstur produk. Struktur dan tekstur produk tergantung pada sifat alami, sifat individu protein dan polisakarida, dan kekuatan interaksi protein dengan polisakarida dalam mengembangkan sifat yang diinginkan pada produk makanan (Hemar *et al.*, 2002).

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Mandiri *et al.*, (2022) yaitu penambahan karagenan 0,75% pada *cone es krim* memiliki struktur yang rapat dan kompak dibandingkan kontrol 0%. Rahman *et al.* (2018) berpendapat bahwa hasil pengamatan SEM dapat menunjukkan kerapatan dalam bahan pangan dengan bantuan alat mikroskopis dan struktur mikro virtual dari pemindaian gambar mikroskop elektron. Kerapatan struktur mi menyebabkan nilai waktu tanak semakin rendah dan daya rehidrasi menjadi semakin meningkat. Hal pengamatan mikrostruktur mi dapat mendukung pengujian waktu tanak dan daya rehidrasi mi berbasis sagu dengan fortifikasi tepung ikan teri.

Adanya interaksi antara protein dan polisakarida pati sangat berpengaruh dalam struktur bahan pangan, selain itu adanya proses prigelatinasi mampu meningkatkan penyerapan sejumlah air. Menurut Litaay (2012) penambahan tepung ikan cakalang 8% pada produk mi sagu menunjukkan struktur internal yang kompak dan sedikit kasar. Tepung ikan memiliki kemampuan mengikat air. Hal ini sesuai dengan pendapat Valentina *et al.* (2021) yaitu tepung ikan bersifat higroskopis, sehingga mudah menyerap air dan dapat memperbaiki struktur

internal produk karena zona renggang berkurang, struktur lebih padat dan kompak (Maruddin *et al.*, 2016). Penggunaan SEM sangat penting dalam memilih produk sesuai kebutuhan karena setiap produk olahan mempunyai kriteria sifat amilograf yang tertentu (Rasulu *et al.*, 2012).

KESIMPULAN

Karakteristik fisik menunjukkan bahwa fortifikasi tepung ikan teri memengaruhi waktu tanak berkisar antara 6,86-7,17 menit, dan daya rehidrasi berkisar antara 80,27-88,20%. Komposisi kimia mi dengan fortifikasi tepung ikan teri adalah kadar protein sebesar 0,37-8,59%; kadar abu 3,43-4,19%; kadar lemak 0,13-1,97%, dan kadar air 12,01-12,56%. Mikrostruktur mi menunjukkan adanya perbedaan seperti struktur internal yang kompak dan sedikit kasar, halus dan sedikit kompak karena ada zona renggang, serta kompak dan halus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang bekerja sama dengan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan yang telah memberikan dana penelitian melalui skema program pendanaan Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) tahun 2022 kepada penulis Dr. Christina Litaay nomor kontrak B-809/II.7.5/FR/6/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, T.I. (2012). Mutu fisik dan mikrostruktur kamaboko ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*) dengan penambahan karagenan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(1), 17–26. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v15i1.5329>
- Agustini, T.W., & Haryati, S. (2007). The effect of different substitution meals to physical and chemical quality of instant noodles. *Journal of Control Development*, 11(1), 20-30.
- Anam, C., & Handajani, S. (2010). Mi kering waluh (*Cucurbita moschata*) dengan antioksidan dan pewarna alami. *Caraka Tani*, 25(1), 72-78.

- <https://doi.org/10.20961/carakatani.v25i1.15744>
- Andiani, D.A., Ishartani, D., & Fauza, G. (2018). Karakteristik kimia dan fisik mi kering dengan substitusi tepung sorgum varietas numbu yang dimodifikasi dengan pregelatinisasi. *Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis UNS Ke 42 Tahun 2018*, 2(1), 20-28.
- Anggarini, N.H. (2015). Pengaruh substitusi tepung daging ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) terhadap nilai proksimat dan tensile strength mi kering. *Jurnal Agritech*, 33(4), 53-62.
- Aryati, E.E., & Dharmayanti A.W.S. (2014). Manfaat ikan teri segar (*Stolephorus* sp) terhadap pertumbuhan tulang dan gigi. *ODONTO Dental Journal*, 1(2), 52-56. <https://dx.doi.org/10.30659/odj.1.2.52-56>
- Association of Official Analytical Chemist. (2005). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (18th ed.).
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Mi Instan*. SNI-01-3551-2000.
- Bantacut, T., & Saptana. (2014). Food politics based on composite flour industry. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 32(1), 19-41. <https://dx.doi.org/10.21082/fae.v32n1.2014>
- Basman, A., & Yalcin, S. (2011). Quick boiling noodle production by using infrared drying. *Journal of Food Engineering*, 106, 245-252, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.05.019>
- Canti, M., Fransiska, I., & Lestari, D. (2020). Karakteristik mi kering substitusi tepung terigu dengan tepung labu kuning dan tepung ikan tuna. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(4), 181-187. <https://doi.org/10.17728/jatp.6801>
- Canti, M., Siswanto, M., & Lestari, D. (2022). Evaluasi kualitas mi kering dengan tepung labu kuning dan tepung ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) sebagai substitusi sebagian tepung terigu. *agriTECH*, 42(1), 39-47. <http://doi.org/10.22146/agritech.53807>
- Chhikara, N., Kushwaha, K., Jaglan, S., Sharma, P., & Panghal, A. (2019). Nutritional, physicochemical, and functional quality of beetroot (*Beta vulgaris* L.) incorporated Asian noodles. *Cereal Chemistry*, 96(1), 154-161.
- Collado, L.S., Mabesa, L.B., Oates, C.G., & Corse, H. (2001). Bihon type noodles from heat-moisture-treated sweet potato starch. *Journal Food Sci*, 66(4), 604-609. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb04608.x>
- Corapci, B., & Guneri, N. (2020). Comparative assessment of nutritional composition and physicochemical properties of fresh, freeze-dried and rehydrated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* walbaum, 1792) mince. *Food Science and Technology (Campinas)*, 40(Suppl. 1), 163-169. <https://doi.org/10.1590/fst.08419>
- Darlan, A. (2012). Fortifikasi dan ketersediaan zat besi pada bahan pangan berbasis kedelai dengan menggunakan fortifikan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Campuran $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan NaFeEDTA . [tesis]. Universitas Indonesia
- Ghaisany, T., Liviawaty, E., Rochima, E., & Afrianto, E. (2018). Fortification of indian anchovy fish flour as a source of protein and calcium for preferences level flat rice noodles. *Global Scientific Journal*, 6(10), 27-36.
- Helmiyati, S., Yuliati, E., Pamungkas, N.P., & Hendrata, N.Y. (2018). Fortifikasi Pangan Berbasis Sumberdaya Nusantara. UGM Press.
- Hemar, Y., Hall, C.E., Munro, P.A., & Singh, H. (2002). Small and large deformation rheology and microstructure of κ -carrageenans containing commercial milk protein products. *Journal Int. Dairy*, 12(4), 371-381. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00032-8](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00032-8)
- Irsalina, R., Lestari, S.D., & Herpandi. (2016). Karakteristik fisiko-kimia dan sensori mi kering dengan penambahan tepung ikan motan (*Thynnichthys thynnoides*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 5(1), 32-42. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v5i1.3516>
- Kencana, I.P., Darmanto, Y.S., & Sumardianto. (2018). Pengaruh penambahan lumatan daging ikan kembung (*Rastrelliger* sp.), nila (*Oreochromis niloticus*), dan

- bandeng (*Chanos chanos* forsk) terhadap karakteristik mi kering tersubstitusi mocaf. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 2(1), 53-62. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v2i1.2300>
- Litaay, C. (2012). Fortifikasi tepung ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap karakteristik mi sagu. [tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Litaay, C., Indriati, A., & Mayasti, N. K. I. (2022). Fortification of sago noodles with fish meal skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). *Food Science and Technology (Campinas)*, 42, e46720. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.46720>
- Mandiri, R.T., Purnamayati, L., & Fahmi, A.S. (2022). Karakteristik cone es krim berbasis tepung cangkang udang dengan konsentrasi karagenan yang berbeda. *Journal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 202-213. <https://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.40364>
- Marconi, E., & Messia, M.C. (2021). Pasta from non traditional materials. *Cereal Foods World*, 46, 522-530.
- Marpaung, T.N., & Sinulingga. (2020). Pengaruh variasi suhu terhadap karakteristik struktur Kristal dan morfologi lapisan nano TiO₂ pada pelapisan logam anti korosi dengan metode sol-gel spin coating. *Jurnal Einstein*, 8(2), 42-47.
- Maruddin, F., Ratmawati, Fahrullah, & Taufik, M. (2018). Karakteristik edible film berbahan whey dangke dengan penambahan karagenan. *Jurnal Veteriner*, 19(2), 291-297.
- Mawaddah, N., Mukhlisah, N., Rosmiati., & Mahi, F. (2021). Uji daya kembang dan uji organoleptik kerupuk ikan cakalang dengan pati yang berbeda. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 9(3), 181-187.
- Murniyati, Subaryono, Hermana, I. (2010). Pengolahan mi yang difortifikasi dengan ikan dan rumput laut sebagai sumber protein, serat kasar, dan iodium. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 5(1), 65-76.
- Murdiati, A., & Amaliah. (2013). Panduan Penyiapan Pangan Sehat Untuk Semua. Edisi 2, cetakan ke-1. Kencana Prenadamedia Group.
- Mustafa, K. M., Bains, R., Lim, S. F., Rahman, M. R., Mohamaddan, S., & Hussain, H. (2019). Drying effect on the properties of traditionally processed sago starch. *International Food Research Journal*, 26(6), 1861-1869.
- Nasution, Y. S., Hendrik., Warningsih, T. (2018). Analisis bioekonomi ikan teri nasi (*Stolephorus commersonii*) di Perairan Kabupaten Labuhanbatu Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 23(2), 38-46.
- Pujiastuti, L. T. (2009). Pemanfaatan tepung rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) dalam pembuatan mi sagu. IPB.
- Rahman, M. M., Gu, Y. T., Karim, M. A. (2018). Development of realistic food microstructure considering the structural heterogeneity of cells and intercellular space. *Food Structure*, 15, 9-16.
- Rahmawati, S. C., Yuniarta, Y., & Maligan, J. M. (2016). Karakteristik kimia, fisik dan organoleptik mi kering dengan penambahan kombinasi tepung ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(3).
- Rasulu, H., Sudarminto, S., Yuwono., Kusnadi, J. (2012). Karakteristik tepung ubi kayu terfermentasi sebagai bahan pembuatan sagu kasbi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(1), 1-7.
- Rumapar, M. (2015). Fortifikasi tepung ikan (*Decapterus* sp.) pada mi basah yang menggunakan tepung sagu sebagai substitusi tepung terigu. *Majalah BIAM*. 10(1), 26-36.
- Safriani, N., Moulana, R., & Ferizal. (2013). Pemanfaatan pasta sukun (*Artocarpus altilis*) pada pembuatan mi kering. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, (5), 17-24.
- Sari, A.R., & Sihny, Z.D. (2022). Profil tekstur, daya rehidrasi, cooking loss mi kering substitusi pasta labu kuning dan pewarna alami. *Jurnal AgriTechno*, 15(2), 92-102.
- Siriskar, D.A., Khedkar, G.D., & Lior, D. (2013). Production of salted and pressed anchovies (*Stolephorus* sp.) and its quality evaluation during storage. *Journal Food Sci Technol*, 50(6), 1172-1178.

- Susanto, A., & Nurhikmat, A. (2008). Pengaruh proses perebusan, pengukusan dan pengepresan terhadap kualitas tepung ikan. Seminar Nasional Tahunan V Pascapanen. Hasil penelitian Perikanan dan Kelautan. UGM.
- Thao, H. M., & Noomhorm, A. (2011). Physicochemical properties of sweet potato and mung bean starch and their blends for noodles production. *Journal of Food Processing & Technology*, 2(01), 1-9.
- Toya, T., Jotaki, R., & Kato, A. (1986). Specimen Preparation in EPMA and SEM. JEOL Training Center EP Section.
- Tuhumury, H.C.D., Ega, L., & Sulfiyah, P. (2020). Karakteristik fisik mi basah dengan variasi tepung terigu, tepung mocaf, dan tepung ikan tuna. *The Journal of Fisheries Development*, 4(1), 43 – 50.
- Valentina, A., Masirah., Lailatussifa, R. (2021). Pengaruh fortifikasi jenis ikan yang berbeda terhadap tingkat kesukaan dan karakteristik fisik mi basah. *Jurnal Chanos chanos*, 19(1), 125-134. <http://dx.doi.org/10.15578/chanos.v19i1.9610>
- Widaningrum, B. A., Santosa., & Endang, Y. P. (2005). Penelitian pengaruh suhu pemeraman terhadap kualitas mi sagu dan kadar resistant starch (RS). Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Wood, J. A. (2009). Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *Journal of Cereal Science*, 49(1), 128-133.
- Yadav, B. S., Ritika, B. Y., Kumari, M., & Khatkar, B. S. (2014). Studies on suitability of wheat flour blends with sweet potato, colocasia and water chesnut flours for noodle making. *Food Science and Technology*, 57, 352-358.
- Yazar, G., Duvarci, O. C., Tavman, S., & Kokini, J. L. (2017). LAOS behavior of the two main gluten fractions: gliadin and glutenin. *Journal of Cereal Science*, 77: 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.014>.
- Zheng, B., Zhao, H., Zhou, Q., Cai, J., Wang, X., Cao, W., Dai, T., & Jiang, D. (2020). Relationships of protein composition, gluten structure, and dough rheological properties with short biscuits quality of soft wheat varieties. *Agronomy Journal*, 112: 1921- 1929. <https://doi.org/10.1002/agj2.20127>.
- Zuhri, N.M., Swastawati, F., & Wijayanti, I. (2014). Pengkayaan kualitas mi kering dengan penambahan tepung daging ikan lele dumbbo (*Clarias gariepinus*) sebagai sumber protein. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 119-126.

FIGURE AND TABLE TITLES

Figure 1 Noodle cooking time with various concentrations of anchovy flour, control without anchovy flour fortification, 3% , 5% , 7% , and 9% anchovy flour fortification

Figure 2 Rehydration power of noodles with various concentrations of anchovy flour, control without anchovy flour fortification, 3% , 5% , 7% , and 9% anchovy flour fortification. The superscript letter notation indicates that there is a significant difference between treatments based on the LSD test ($p < 0.05$)





Figure 3 Chemical composition of sago noodles with anchovy flour fortification, control without anchovy flour fortification, 3% , 5% , 7% , and 9% anchovy flour fortification;  protein,  ash,  lipid,  water; superscript letter notation indicates that there is a significant difference between treatments based on the LSD test ($p < 0.05$)

Figure 4 Microscopic structure of the internal structure of sago-based noodles with anchovy flour fortification. (A) Control; (B) 3%; (C) 5%; (d) 7%; and (E) 9%