

**PENGARUH DEFATTING, FREKUENSI PENCUCIAN DAN
PENAMBAHAN CRYOPROTECTANTS TERHADAP MUTU SURIMI IKAN
PATIN (*Pangasius hypophthalmus*)**

**THE EFFECT OF DEFATTING, WASHING FREQUENCY AND
ADDITION OF CRYOPROTECTANTS ON THE QUALITY OF PATIN
FISH SURIMI (*Pangasius hypophthalmus*)**

Arlina Hidayati¹, Septiana Sulistiawati²

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu
Kelautan, Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara

²Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu
Kelautan, Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur

*email: arlinahidayati@ubt.ac.id

ABSTRAK

Ikan patin merupakan ikan air tawar yang berdaging putih, tidak berserat, dan tidak memiliki duri halus, sehingga memudahkan dalam proses pengolahan. Salah satu bentuk olahan yang memiliki potensi untuk dikembangkan adalah surimi. Kualitas surimi dapat dipengaruhi oleh kadar lemak dalam bahan baku, frekuensi pencucian serta cara penyimpanannya. Lemak, darah, pigmen, jaringan ikat, *off-flavor compounds*, dan protein sarcoplasmik yang ada dalam daging ikan perlu dihilangkan dengan proses *defatting* dan pencucian karena dapat mengurangi kekuatan gel dan menyebabkan perubahan sifat sensori pada surimi. Selama penyimpanan dalam suhu beku, protein dalam surimi berpotensi mengalami degradasi, sehingga perlu ditambahkan bahan penstabil yaitu *cryoprotectants*. *Cryoprotectants* merupakan bahan tambahan pangan yang berfungsi mencegah denaturasi protein selama penyimpanan beku. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh proses *defatting* menggunakan NaHCO₃, frekuensi pencucian, serta pengaruh penambahan *cryoprotectants* selama penyimpanan. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi NaHCO₃ terbaik pada proses *defatting* adalah 0,5%, karena mampu menghasilkan kadar lemak terendah dan kadar protein tertinggi. Frekuensi pencucian yang paling efektif adalah satu kali pencucian, dengan nilai uji gigit dan uji lipat yang terbaik. Sementara itu, mutu surimi yang paling baik selama penyimpanan ditemukan pada perlakuan yang ditambahkan *cryoprotectants*, dengan nilai kadar protein larut garam, pH, kadar air, uji gigit, dan uji lipat yang lebih unggul.

Kata Kunci: Ikan Patin, *Cryoprotectants*, Defatting, Pencucian, Surimi

ABSTRACT

Patin fish is a freshwater fish with white flesh, non-fibrous meat and no small bones, making it easy to process. One processed form that has potential for development is surimi. The quality of surimi can be affected by the fat content in the raw material and how it's stored. Fat, blood, pigments, connective tissue, off-flavour compounds, and sarcoplasmic proteins present in fish meat need to be removed through defatting and washing processes as they can reduce gel strength and cause changes in the sensory properties of surimi. During storage at freezing

temperatures, the protein in surimi can degrade, so a stabilising agent called cryoprotectants needs to be added. Cryoprotectants are food additives that prevent protein denaturation during frozen storage. The aim of this study was to determine the effect of the defatting process using NaHCO_3 , the frequency of washing, and the effect of adding cryoprotectants during storage. The results showed that the best NaHCO_3 concentration in the defatting process was 0.5%, as it produced the lowest fat content and the highest protein content. The most effective washing frequency was one wash, with the teeth cutting test and folding test values. Meanwhile, the best surimi quality during storage was found in the treatment with added cryoprotectants, with superior salt-soluble protein content, pH, moisture content, teeth cutting test, and folding test values.

Keyword: Patin Fish, Cryoprotectants, Defatting, Surimi, Washing cycle

PENDAHULUAN

Produksi ikan patin secara nasional naik secara signifikan pada tahun 2022 mencapai 340.444 ton, dan pada tahun 2023 terjadi peningkatan hingga mencapai 348.379 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2024). Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) termasuk ikan habitat air tawar yang berasal dari Thailand dan semakin berkembang di Indonesia. Selain tumbuh cepat, ikan ini juga mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi air yang ekstrim, seperti kadar oksigen terlarut dan pH yang rendah (Andriyani & Sumantriadi, 2017). Ikan patin merupakan jenis ikan berdaging putih, tidak berotot, serta tidak memiliki duri halus, sehingga memudahkan dalam pengolahan dagingnya (Wahyuningsih, 2016). Produksi ikan patin yang cukup tinggi dan sifat dagingnya yang unggul tersebut, ikan patin berpotensi dikembangkan menjadi bahan baku produk olahan ikan, seperti surimi ikan.

Kualitas gel surimi dari ikan laut lebih baik dibandingkan surimi dari ikan air tawar. Meskipun demikian, kedua jenis ikan tersebut dapat menjadi bahan baku surimi. Untuk memperoleh hasil produk surimi yang berkualitas, diperlukan proses dan teknologi yang tepat yaitu melakukan pencucian pada frekuensi tertentu, menambahkan bahan-bahan seperti garam, kitosan, kolagen, *cryoprotectant*, serta mengatur suhu secara tepat (Bachtiar et al., 2014).

Salah satu *pretreatment* sebelum proses pembuatan surimi untuk meningkatkan mutu surimi adalah *defatting* (Shaviklo & Rafipour, 2013). *Pretreatment defatting* dengan garam alkali dapat menurunkan kadar lemak. Kondisi ini disebabkan oleh alkalinitas NaHCO_3 , yang dapat menghilangkan lemak dan struktur ikatan matriks pada kulit terbuka sehingga komponen lemak dan senyawa lain dapat dilepaskan dengan cepat. Penerapan metode perendaman NaHCO_3 bertujuan untuk menghindari masalah ekonomi, lingkungan, dan keamanan pangan (Hemung, 2013). Proses *defatting* dengan menggunakan NaHCO_3 diterapkan untuk mengurangi kandungan lemak pada kulit ikan dan daging ikan. Perendaman kulit ikan lele selatan (*Silurus meridionalis* Chen) dengan 10% NaHCO_3 , pengurangan lemak mencapai 69,37% (Xu et al., 2017). Penggunaan NaHCO_3 sebanyak 0,75% dalam proses *defatting* ikan lele selama 10 menit dapat mengurangi kandungan lemak sebesar 89,64% (Ramadhan et al., 2014).

Surimi dibuat dengan proses pencucian berulang kali daging yang telah dihaluskan dalam air dingin sebagai upaya untuk menghilangkan sebagian besar protein larut air. Penghilangan darah, pigmen, jaringan ikat, *off-flavor compounds*, dan protein sarcoplasmik, serta peningkatan konsentrasi protein miofibrilar, semuanya dicapai melalui proses pencucian (Zhang et al., 2018) sehingga meningkatkan warna, tekstur, dan bau produk surimi

(Somjid et al., 2021a). Jumlah waktu pencucian tergantung pada jenis ikan dan larutan pencuci. Jumlah larutan pencuci yang lebih banyak menghasilkan surimi berkualitas yang lebih baik (Priyadarshini et al., 2017). Proses mencuci tiga kali dengan air garam dingin (10-15°C) meningkatkan sifat fisiko-kimia dan sensorik dari surimi ikan *Brama orcinii* (Endoma et al., 2022). Sifat biofisiko-kimia surimi ikan makarel India dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah siklus pencucian. Siklus pencucian W2 dan W3 ditemukan sebagai siklus pencucian terbaik, karena memberikan kekuatan gel tertinggi, kapasitas penyerapan air, keputihan, dan oksidasi lipid yang lebih rendah, serta bau ikan yang lebih sedikit (Somjid et al., 2021b). Pencucian dua kali merupakan metode paling efektif untuk menghilangkan mioglobin dan lemak yang menghasilkan surimi berkualitas terbaik dari ikan *Amblygaster sirm.* Dari segi atribut sensorik, dan tingkat penerimaan produk secara keseluruhan (Priyadarshana & Walpita, 2022).

Surimi merupakan sumber yang baik dari protein miofibrilar, yang stabilisasi dengan penambahan *cryoprotectants* selama penyimpanan beku jangka panjang. *Cryoprotectants* telah terbukti efektif dalam melindungi sifat fisik, fungsional, dan struktural protein miofibrilar selama penyimpanan beku surimi. Sukrosa, sorbitol, polidekstrosa, laktitol, maltodekstrin, litesse, natrium laktat, trehalosa, dan fosfat termasuk di antara *cryoprotectants* yang paling banyak diteliti dalam penyimpanan beku surimi. Agen anti-beku ini mengurangi viskositas, meningkatkan retensi kelembaban, dan memperkuat stabilitas protein selama penyimpanan beku (Walayat et al., 2022). Fosfat adalah senyawa alami yang mengandung garam dan mineral lainnya. Senyawa ini telah diakui secara global sebagai *cryoprotectants* yang memadai selama penyimpanan (Lee et al., 2018). Fosfat biasanya ditambahkan ke dalam surimi bersama dengan kombinasi

cryoprotectants lainnya, seperti gula dan sorbitol, dan efeknya dapat terjadi bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah (0,5%) karena konsentrasi fosfat yang tinggi memiliki efek merugikan pada pembentukan gel, berkaitan dengan kemampuan mengikat ion kalsium, yang esensial untuk enzim TGase endogen yang berdampak negatif untuk kekuatan gel surimi (Walayat et al., 2022). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi dampak dari proses *defatting*, frekuensi pencucian, serta penyimpanan beku terhadap kualitas surimi yang berasal dari ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*).

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga Desember tahun 2015, di berbagai laboratorium yang terletak di Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, termasuk Laboratorium Preservasi dan Pengolahan Hasil Perairan, Laboratorium Biokimia Hasil Perairan, serta Laboratorium Bahan Baku Hasil Perairan..

Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan adalah ikan patin. Bahan-bahan lainnya yang digunakan adalah NaHCO₃ (Merck), *sorbitol* (Geri care), sukrosa (MWC), *sodium tripolyphosphate* (Labifood), NaCl (Merck), aquades, dan es batu. Alat-alat yang digunakan antara lain pisau stainless, timbangan digital (LS07, Lesindo, Indonesia), *meat grinder* (MK-G1300 P, Panasonic, Jepang), *food processor* (HR7627, Philips, Belanda), oven (MOPS-04, Andaro, Indonesia), gelas kimia (Pyrex), thermometer (Pyrex).

Prosedur Kerja

Penelitian ini dimulai dengan pengujian proksimat terhadap bahan baku berupa *fillet* patin, yang mencakup kadar air, abu, protein, dan lemak. Setelah

dilakukan pengujian proksimat pada bahan baku awal, proses pembuatan surimi dilakukan dalam tiga tahap, yaitu *defatting*, pencucian, dan penyimpanan. Pada setiap tahap, dilakukan pengujian untuk mengetahui perlakuan terbaik yang akan diterapkan pada tahap berikutnya.

Tahap 1 Proses Defatting Fillet Ikan Patin

Penelitian tahap pertama dalam proses *defatting* dilakukan dengan metode *defatting* pada ikan lele (Ramadhan et al., 2014) yang telah dimodifikasi. Proses *defatting* dimulai dengan tahap persiapan dan pengukuran berat *fillet* ikan patin. Selanjutnya, dilakukan proses *defatting* dengan cara merendam *fillet* ikan tersebut dalam air dingin dengan rasio 1:3 pada suhu antara 10 hingga 15°C, yang telah dicampur dengan garam NaHCO₃ dengan berbagai konsentrasi selama 30 menit. Perlakuan konsentrasi NaHCO₃ yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%. Setelah proses *defatting* selesai, hasilnya kemudian diuji untuk mengetahui kadar protein dan kadar lemak guna menentukan konsentrasi NaHCO₃ terbaik dalam proses *defatting* tersebut.

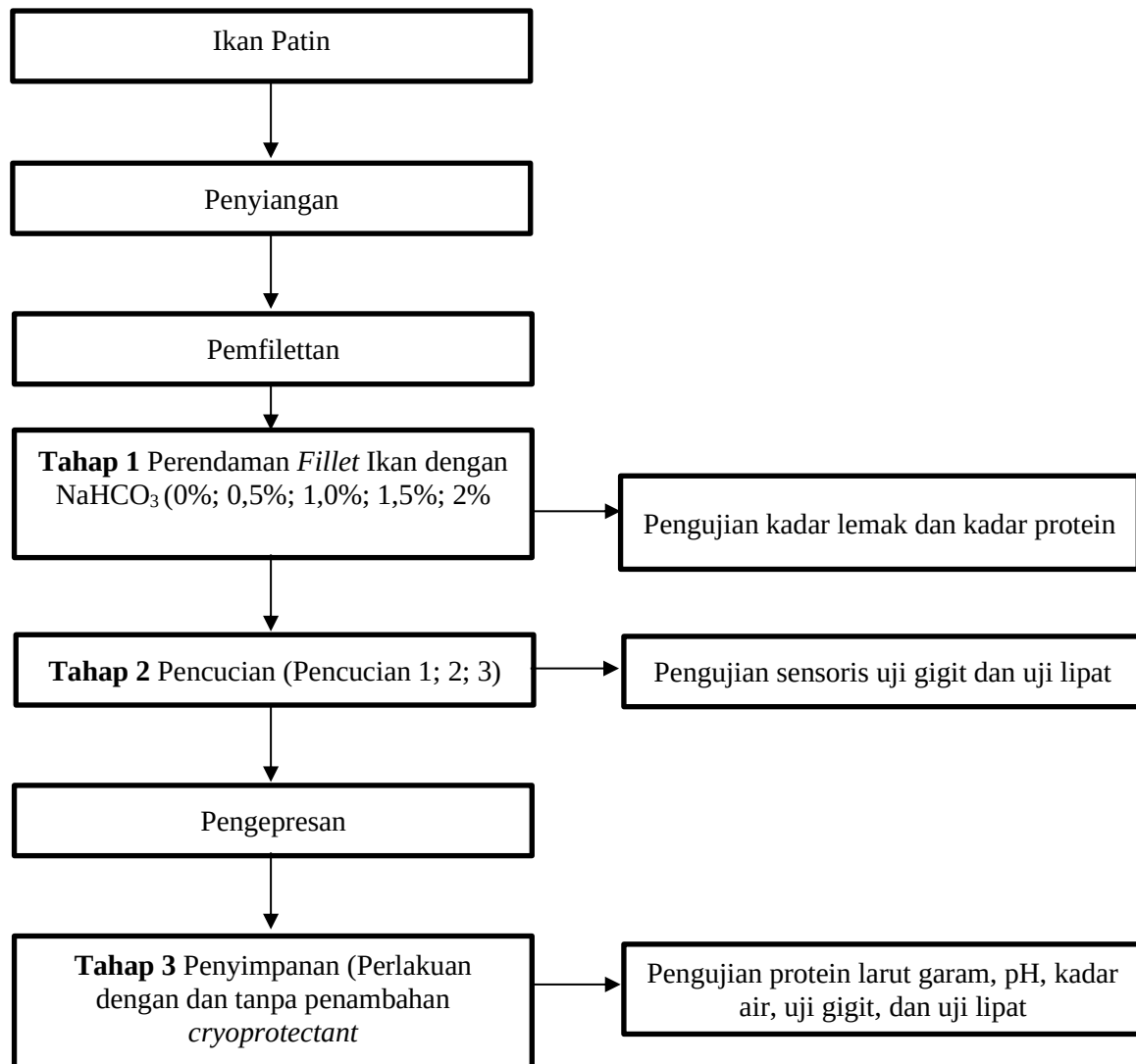
Tahap 2 Proses Pencucian

Proses pencucian dilakukan setelah mendapatkan konsentrasi terbaik dari proses *defatting*. Penelitian pada tahap kedua ini fokus pada metode pencucian yang diterapkan pada ikan Lele (Ramadhan et al., 2014) yang termodifikasi. Ada tiga jenis perlakuan dalam proses pencucian, yaitu satu kali pencucian, dua kali pencucian, dan tiga kali pencucian. Proses pencucian dimulai dengan memperhalus *fillet* patin hasil perlakuan *defatting* terbaik hingga menjadi *minced fish*. Selanjutnya,

minced fish dicampur dengan air dingin yang memiliki suhu antara 10 hingga 15°C dengan perbandingan 1:4 antara *minced fish* dan air. Proses pencucian terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap pertama yaitu pengadukan selama 15 menit, kemudian tahap kedua yaitu sampel dibiarkan selama 15 menit. Untuk perlakuan dua kali dan tiga kali pencucian, proses tersebut diulang secara bertahap seperti pada perlakuan satu kali pencucian. Setelah itu, *minced fish* disaring dan diperas hingga diperoleh surimi basah. Untuk menentukan perlakuan terbaik dalam proses pencucian, surimi basah tersebut diolah menjadi kamaboko. Kamaboko yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian sensoris berupa uji lipat dan uji gigit untuk menentukan proses pencucian yang paling efektif.

Tahap 3 Penyimpanan Surimi Beku

Penelitian tahap ketiga yaitu berdasarkan metode penyimpanan pada surimi ikan Lele (Rozi et al., 2020) dengan modifikasi. Setelah mendapatkan metode pencucian yang terbaik, dilakukan penyimpanan dengan berbagai bentuk yaitu bentuk *fillet*, *minced fish*, dan surimi dengan penambahan *cryoprotectants*, serta surimi tanpa penambahan *cryoprotectants*. *Cryoprotectants* yang digunakan adalah 0,5% STPP, 4% sukrosa, dan 4% sorbitol. Penyimpanan dilakukan pada suhu -18°C selama satu minggu dan empat minggu. Uji dilakukan pada minggu pertama dan minggu keempat. Uji dilakukan dengan cara membuat kamaboko dari masing-masing bahan baku tersebut. Uji yang dilakukan mencakup uji organoleptik yang terdiri dari uji lipat dan uji gigit, kadar air, protein larut garam (PLG), dan pH.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Surimi

Analisis

Analisis Proksimat (AOAC 2005)

Analisis proksimat adalah cara untuk mengetahui kandungan kimia dalam bahan. Tujuannya adalah untuk mengetahui kandungan gizi berupa kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat yang dihitung melalui *by difference* (Association of Official Analytical Chemist., 2005).

Kadar air diukur dengan cara memanaskan sampel dalam oven. Cawan yang digunakan adalah cawan yang sudah dikeringkan dalam oven dan desikator. Sampel berupa 5 gram garam dimasukkan ke dalam cawan tersebut, lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu yang sama hingga

beratnya stabil, yaitu selama 8 sampai 12 jam. Sampel kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang kembali.

Untuk menentukan kadar abu, digunakan metode pengabuan kering. Metode ini bekerja dengan menghilangkan senyawa organik melalui perlakuan pemanasan suhu tinggi yaitu 550 derajat Celsius, lalu berat zat yang tersisa diukur. Cawan yang digunakan sudah dikeringkan dalam oven dan didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sampel seberat 5 gram dalam cawan yang telah ditimbang. Sampel kemudian dibakar di atas bunsen hingga tidak menyemburkan asap. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam tanur

pengabuan dan dipanaskan pada suhu 400 derajat Celsius hingga berwarna abu-abu dan sampel konstan beratnya. Suhu tanur kemudian sampai 550 derajat Celsius selama 12 hingga 24 jam. Sampel kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

Penentuan kadar protein dilakukan dengan mikro *Kjeldahl*. Cara penentuannya yaitu dengan prinsip metode *Kjeldahl*. Prinsip analisis protein dengan metode *Kjeldahl* mencakup tiga tahap utama meliputi destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi, sampel yang telah ditimbang sebanyak 0,1-0,5 gram dimasukkan ke dalam labu *Kjeldahl*. Labu tersebut ditempatkan dalam ruang asam dan ditambahkan 40 mg HgO, 1,9 mg K₂SO₄, dan 2 ml H₂SO₄. Labu ditempatkan pada alat pemanas bersuhu 430 °C. Destruksi selesai apabila larutan menjadi bening. Larutan didinginkan dan dicairkan dengan menambahkan 10-20 ml aquades secara perlahan. Tahap destilasi dimulai dengan mempersiapkan alat *Kjeltec System*. Labu *Kjeldahl* berisi hasil destruksi dipindahkan ke alat destilasi. Labu tersebut 5-6 kali dicuci dan dibilas dengan aquades 1-2 ml, dan cairan hasil pencucian dan pembilasan tersebut juga dipindahkan ke peralatan destilasi. Erlenmeyer berkapasitas 125 ml yang berisi 5 ml larutan HBO₃ (asam borat) serta 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian merah metil 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian biru metilen 0,2% dalam alkohol) ditempatkan dalam posisi yang tepat. Ujung kondensor harus benar-benar terendam dalam larutan H₃BO₃. Sampel destruksi ditambahkan dengan 8-10 ml larutan NaOH-Na₂S₂O₃ (natrium tiosulfat). Destilasi dilakukan hingga didapatkan sekitar 15 ml destilat dalam erlenmeyer. Kondensor dicuci kembali dengan aquades dan cairan hasil pencucian ditampung dalam erlenmeyer. Titrasi dilakukan terhadap sampel hasil didestilasi dengan meneteskan larutan HCl 0,02 N dari buret secara perlahan. Titrasi dilakukan hingga warna larutan berubah menjadi merah jambu.

Penentuan kandungan lemak

dilakukan dengan metode Soxhlet. Labu lemak dipanaskan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 30 menit, kemudian didinginkan selama 15 menit di desikator kemudian ditimbang. Sampel dibungkus dengan kertas saring sebanyak 5 gram lalu dimasukkan dalam selongsong lemak. Kapas yang tidak mengandung lemak digunakan untuk menutup selongsong lemak, lalu dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor tabung Soxhlet yang sudah disiram dengan pelarut lemak (heksan), kemudian dipasang pada alat destilasi Soxhlet. Labu lemak yang telah disiapkan kemudian ditempatkan di atas pemanas dengan suhu sekitar 80 °C. Proses refluks dilakukan selama 5 jam hingga pelarut pada labu lemak berwarna jernih. Selanjutnya, pelarut dalam labu lemak didestilasi, lalu labu yang berisi hasil ekstraksi dipanaskan kembali dalam oven pada suhu 105 °C selama 60 menit atau hingga berat labu tersebut tidak berubah. Setelah itu, labu lemak didinginkan dalam desikator selama 20 hingga 30 menit, kemudian ditimbang kembali.

Pengujian Uji Lipat (*Folding Test*) dan Uji gigit (*Teeth Cutting Test*)

Pengujian sensori uji lipat dan uji gigit dilakukan dengan memproses surimi menjadi kamaboko (Laksono et al., 2019). Proses pembuatan kamaboko dimulai dengan surimi yang telah dibuat dari berbagai bahan baku. Surimi tersebut kemudian dihaluskan menjadi pasta dengan menambahkan garam sebanyak 2,5% menggunakan *food processor*. Pasta surimi yang sudah dihaluskan selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder (selongsong) dengan panjang 3 cm dan diameter 2,5 cm. Pasta surimi yang dimasukkan ke dalam cetakan harus memiliki tekstur padat tanpa adanya rongga udara, lalu cetakan ditutup dan dikencangkan dengan karet. Adonan kamaboko dipanaskan secara bertahap, yakni dengan suhu 40–50°C selama 30 menit, kemudian dilanjutkan dengan pemasakan pada suhu 90°C selama 30

menit dan didinginkan untuk menghentikan proses pemasakan.

Uji lipat adalah salah satu metode pengujian mutu gel ikan yang dilakukan dengan memotong sampel kamaboko dengan tebal 0,3–0,5 cm. Potongan sampel tersebut ditempatkan di antara ibu jari dan telunjuk, lalu dilipat untuk diperiksa adanya retakan pada gel ikan. Tingkat uji lipat yaitu Tidak retak jika dilipat seperempat lingkaran (kualitas “AA” dengan nilai 5), tidak retak ketika dilipat menjadi setengah lingkaran (kualitas “A” dengan nilai 4), retak ketika dilipat menjadi setengah lingkaran (kualitas “B” dengan nilai 3), putus menjadi dua bagian ketika dilipat setengah lingkaran (kualitas “C” dengan nilai 2), pecah menjadi bagian-bagian kecil ketika ditekan dengan jari tangan (kualitas “D” dengan nilai 1).

Uji gigit diperoleh dengan menggigit bagian sampel kamaboko yang memiliki tebal 0,3 hingga 0,5 cm antara gigi seri secara terus menerus atau pada beberapa titik tertentu. Sampel digigit perlahan agar dapat dirasakan tingkat kelenturan gel kamaboko saat digigit. Skala penilaian uji gigit adalah daya lenting amat sangat kuat (10), daya lenting amat kuat (9), daya lenting kuat (8), daya lenting agak kuat (7), daya lenting diterima (6), daya lenting agak diterima (5), daya lenting agak lemah (4), daya lenting lemah (3), daya lenting amat lemah (2), tidak ada daya lenting, seperti bubur (1).

Pengujian pH

Proses pengujian pH mencakup tahap persiapan sampel dan kalibrasi alat pH meter. Untuk persiapan sampel, diambil 5 gram sampel lalu dicampurkan secara merata dalam 45 ml aquades dingin. Setelah

campuran tersebut merata, dilakukan pengukuran pH menggunakan pH meter digital. Kalibrasi pH meter dilakukan dengan cara menyelupkan batang probe ke dalam larutan *buffer* pH 4, kemudian kembali ke larutan *buffer* pH 7. Sampel sebanyak 20 mL dicampur dan dibiarkan selama 15 menit. Setelah itu, dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan dua jenis *buffer*, yaitu pH 4,0 dan pH 7,0. Pengukuran pH dilakukan sebanyak tiga kali untuk memperoleh hasil yang akurat. (Anggraeni et al., 2017).

Pengujian PLG

PLG telah dapat ditentukan dengan metode persentase protein supernatan dan protein daging (Venugopal & Shahidi, 1996). Satu gram daging ditambahkan 40 ml aquades dan ditambah 3% garam. Setelah itu divortex untuk homogenisasi kemudian disentrifuse dengan kecepatan 6280 g selama 5 menit. Supernatan dikumpul untuk dihitung proteinnya dengan menggunakan metode persentase.

$$\% \text{ PLG} = \frac{\% \text{ Protein Supernatan}}{\% \text{ Protein Daging}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Proksimat Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*)

Analisis proksimat dilakukan sebagai cara untuk mengetahui kandungan gizi dalam ikan patin yang mencakup kadar air, kadar protein, kadar lemak, serta kadar abu. Hasil dari analisis proksimat terhadap ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Proksimat Ikan Patin Segar (*Pangasius hypophthalmus*)

Parameter	Kadar (%)
Air	80,16 ± 0,74
Protein	10,87 ± 1,24
Lemak	2,22 ± 0,62
Abu	1,09 ± 0,05
Karbohidrat	5,55 ± 1,13

Keterangan : Data merupakan hasil dari rata-rata 3 kali ulangan $\pm$ standar deviasi

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa kandungan air, protein, lemak, abu dan karbohidrat pada ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) masing – masing adalah $80,16 \pm 0,74\%$, $10,87 \pm 1,24\%$, $2,22 \pm 0,62\%$, $1,09 \pm 0,05\%$, dan $5,55 \pm 1,13\%$. Sedangkan komposisi proksimat pada ikan patin ((*Pangasius hipophthalmus*) di India adalah kandungan air 77,32%, protein 19,66%, lemak 1,00%, abu 1,24%, dan karbohidrat 0,78% (Sokamte et al., 2020). Komposisi proksimat pada ikan patin menunjukkan bahwa kandungan air 79,7%, protein 18,1%, lemak 3,5%, dan abu 0,9% (Manthey-Karl et al., 2016). Komposisi proksimat ikan patin yang diekspor Vietnam ke Brazil adalah air 3,83–85,59, protein 12,51–14,52, lemak 1,09–1,65, dan abu 0,76–2,38 g per 100 gram (Guimarães et al., 2016).

Defatting Fillet Ikan Patin (Pangasius hypophthalmus)

Berdasarkan kandungan lemak, secara umum, ikan dibagi menjadi kelompok – kelompok sebagai berikut: sangat rendah lemak ($<2\%$), rendah lemak ($2-4\%$), sedang lemak ($4-8\%$), dan tinggi lemak ($>8\%$). Ikan patin yang digunakan mengandung lemak sebesar 2,22% yang tergolong ikan berkadar lemak rendah. Kandungan lemak pada persyaratan mutu surimi tidak lebih dari 0,5%. Lemak yang tinggi akan mempengaruhi kualitas surimi yang dihasilkan. Oleh karena itu diperlukan proses *pretreatment* menghilangkan komponen lemak yang terdapat pada daging ikan patin, yaitu dengan cara *defatting*. *Defatting* merupakan proses penghilangan atau penguraian komponen lemak yang ada pada daging menggunakan larutan berbahan dasar bersuhu rendah atau larutan alkali (Ramadhan et al., 2014). Pengaruh konsentrasi *defatting* menggunakan NaHCO_3 terhadap kadar lemak dan kadar protein tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Kadar Lemak dan Kadar Protein setelah Perlakuan *Defatting*

Konsentrasi NaHCO_3 (%)	Kadar Lemak	Kadar Protein
0	0,5 ^c	9,51 ^e
0,5	0,42 ^a	9,18 ^d
1	0,91 ^d	8,52 ^c
1,5	0,48 ^b	8,65 ^b
2	1,4 ^e	5,81 ^a

Superskrip yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

Perlakuan terbaik yaitu pada konsentrasi NaHCO_3 0,5% yang menghasilkan kadar lemak terendah 0,42% dan kadar protein 9,18%. Konsentrasi NaHCO_3 0,5% sudah mampu mereduksi lemak pada daging ikan patin. Tahap *defatting* menghasilkan perlakuan NaHCO_3 0,75% dan perendaman selama 10 menit menjadi faktor terpilih dengan kadar lemak lele 1,52% (Ramadhan et al., 2014). *Defatting* dengan menggunakan Na_2HPO_3 pada konsentasi 2% dapat menurunkan

kadar lemak daging ikan lele menjadi 0,15% (Rozi et al., 2020). Pengurangan lipid pada proses alkali (perlakuan Na_2HPO_3) diperoleh karena pada pH tinggi, protein dipisahkan dari lipid dan membran fosfolipid berdasarkan perbedaan densitas dan kelarutan. Oleh karena itu, sebagian membran fosfolipid mengendap di lapisan bawah, dan lipid netral juga terpisah secara signifikan ke lapisan atas (Rawdkuen et al., 2009). Kadar lemak semakin tinggi setelah penambahan NaHCO_3 1%, 1,5% dan 2%

disebabkan oleh kurang maksimal proses *defatting* karena ikan masih dalam bentuk *fillet* sehingga lemak yang berada pada lapisan dalam daging tidak dapat terpisah dari daging (Kang et al., 2022) (Jiang et al., 2024).

Kadar protein semakin berkurang sejalan dengan konsentrasi NaHCO_3 yang semakin tinggi. Selama proses pemisahan lemak dengan daging ikan dapat menyebabkan protein ikan dapat ikut terlarut pada air yang dapat dipengaruhi oleh sifat kelarutan protein daging ikan yang dapat larut air dan air garam alkali (NaHCO_3). Penggunaan sodium bikarbonat pada pembuatan surimi *sardine* menurunkan kadar protein dari kadar protein 17,02% menjadi 16,78% (Zaghib et al., 2021). Sodium bikarbonat dapat meningkatkan pH dan memindahkan titik isoelektrik, yang mengakibatkan pembengkakan *transversal* serat otot dan terjadi ekstraksi miosin (yaitu, ekstraksi

protein yang larut dalam garam) (Kaewjumpol et al., 2013). Penambahan 0,1–0,6 g/100 g NaHCO_3 juga mengubah struktur protein miofibrilar, dan meningkatkan kelarutan (Kang et al., 2022)(Jiang et al., 2024).

Frekuensi Pencucian Terbaik

Proses pencucian pada daging lumat merupakan suatu proses yang berpengaruh pada kualitas surimi terkait kemampuan untuk menghilangkan protein sarkoplasma, lemak, darah, pigmen dan komponen bau sehingga menghasilkan konsentrat miofibril sehingga kekuatan gel akan meningkat. Daging ikan patin yang telah dilumatkan dengan perlakuan frekuensi proses pencucian 1, 2, dan 3 kali (air dingin) kemudian diproses menjadi kamaboko. Kamaboko kemudian dilakukan uji sensori yang meliputi uji gigit dan uji lipat. Hasil pengujian sensori uji gigit dan lipat tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensori Uji Gigit dan Uji Lipat pada Frekuensi Pencucian Berbeda

Frekuensi Pencucian	Uji Gigit	Uji Lipat
1	7,00 ^b	4,95 ^c
2	4,30 ^a	3,79 ^a
3	4,60 ^a	4,42 ^b

Superskrip yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

Hasil uji gigit memberikan gambaran penerimaan surimi oleh panelis berdasarkan tekstur surimi pada rentang nilai 1-10 (sifat kekenyalan atau *springness*) produk. Berdasarkan hasil uji sensori uji gigit menunjukkan bahwa perlakuan sebanyak 1 kali pencucian menghasilkan nilai uji gigit yang baik dan dapat diterima yaitu dengan nilai 7. Nilai uji gigit produk surimi di pasaran yang masih dapat diterima yaitu nilai uji gigit 5-6 (Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, 2001). Rata-rata nilai uji gigit kisaran 7 mempunyai kondisi yang kuat (Anggit et al., 2011)

Frekuensi pencucian sebanyak 2 kali akan menurunkan nilai uji gigit dan tidak berbeda nyata untuk perlakuan pencucian sebanyak 3 kali. Hal tersebut disebabkan

oleh semakin banyak frekuensi pencucian akan semakin banyak protein yang terlarut oleh air sehingga konsentrasi miofibril semakin berkurang. Semakin banyak frekuensi pencucian akan meningkatkan jumlah air yang terikat oleh protein.. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan tekstur surimi yang dihasilkan lembek sehingga menyebabkan hasil uji gigit semakin menurun. Hal tersebut sesuai dengan perlakuan pencucian yang digunakan pada surimi ikan *silver carp*. Peningkatan frekuensi pencucian menyebabkan kandungan air surimi ikan *silver carp* meningkat dari 73,14% menjadi 76,30%. Pencucian menyebabkan hidrasi protein miofibrilar surimi, dan kandungan air surimi pun meningkat (Zhang et al., 2022).

Uji lipat adalah cara paling mudah untuk mengecek kemampuan elastis dari produk berbentuk gel. Metode ini bisa digunakan untuk membedakan gel berkualitas tinggi dari yang berkualitas rendah, tetapi kurang tepat untuk membedakan antara gel berkualitas baik dan sangat baik. Hasil yang terbaik diperoleh dengan mencuci satu kali, yaitu memiliki nilai uji lipat sebesar 4,95, mendekati standar grade AA (nilai 5) yang menunjukkan kualitas surimi sangat baik. Skor uji lipat dalam penelitian ini menurun seiring dengan peningkatan jumlah siklus pencucian. Semakin banyak frekuensi pencucian akan semakin banyak protein miofibril yang terbawa oleh air sehingga konsentrasi miofibril semakin berkurang. Kehilangan protein miofibrilar selama siklus pencucian dalam produksi surimi dapat berdampak negatif pada hasil uji lipat. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian surimi dari ikan *Cyprinus carpio*. Peningkatan jumlah siklus pencucian menurunkan persentase protein larut garam (miofibril) pada ikan *Cyprinus carpio* (Eveline et al., 2019).

Penyimpanan Beku Surimi

Teknologi pembekuan secara luas digunakan untuk penyimpanan produk berbasis daging karena dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Banerjee & Maheswarappa, 2019). Namun, denaturasi protein miofibrilar akibat kristal es selama penyimpanan pembekuan dapat menyebabkan degradasi sifat surimi. Penambahan *cryoprotectants* dapat memungkinkan sifat fungsional produk berbasis surimi tetap terjaga. *Antifreeze (cryoprotectants)* ditambahkan untuk memastikan protein tetap berfungsi optimal setelah pembekuan, sehingga menghasilkan surimi berkualitas tinggi. *Cryoprotectants* yang umum digunakan pada industri pangan meliputi sukrosa dan sorbitol (masing-masing 4%), sementara polifosfat (0,3%) juga ditambahkan untuk memudahkan pelarutan protein dan meningkatkan elastisitas gel (Walayat et al., 2025). Selama penyimpanan beku surimi akan mengalami perubahan sifat kimiawi dan sensoris. Karakteristik kimiawi selama penyimpanan surimi tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik Kimiawi selama Penyimpanan Beku

SAMPel	PLG (%)		pH		Kadar Air (%)	
	Minggu ke		Minggu ke			
	1	2	1	2	1	2
<i>Fillet</i>	82,86 ^a	72,86 ^b	7,56 ^c	6,84 ^c	85,64 ^d	85,47 ^d
<i>Minced Fish</i>	88,57 ^b	68,57 ^a	7,58 ^b	6,78 ^b	83,08 ^b	79,93 ^b
Surimi <i>Cryoprotectants</i>	90 ^c	86,43 ^d	7,65 ^a	6,97 ^d	75,80 ^a	79,53 ^a
Surimi <i>Non Cryoprotectants</i>	97,14 ^d	82,86 ^c	7,75 ^a	6,72 ^a	83,84 ^c	83,65 ^c

Superskrip yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

Protein miofibril merupakan komponen utama pada daging ikan dan memiliki kemampuan larut dalam air garam. Protein ini memegang peran penting dalam proses pembentukan gel dari ikan. Protein larut garam mempengaruhi kualitas surimi yang dihasilkan yang bertanggung jawab terhadap pembentukan struktur 3 dimensi matriks gel. Hasil pengujian protein larut garam pada bentuk penyimpanan yang berbeda meliputi (*fillet*,

daging lumat, surimi tanpa *cryoprotectants* dan surimi dengan *cryoprotectants*).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai protein larut garam pada penyimpanan dingin dari sampel yang berbeda mengalami penurunan pada minggu ke-4. Sampel surimi dengan *cryoprotectants* mengalami penurunan nilai protein larut garam yang rendah dibandingkan dengan sampel lainnya. Penambahan *cryoprotectants* dapat

mencegah denaturasi pada protein miofibril selama penyimpanan beku. *Cryoprotectants* yang digunakan yaitu kombinasi sodium tripolifosfat, sukrosa dan sorbitol. Penyimpanan beku mengurangi integritas otot dengan membentuk kristal es yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan pada sel. Penambahan *cryoprotectantss* dalam surimi mencegah denaturasi protein dan menstabilkan sifat fungsional dan strukturalnya dengan berikatan dengan kelompok fungsional protein (Zhang et al., 2016). Efek ini didasarkan pada kemampuannya untuk meningkatkan tegangan permukaan air, menghambat penghilangan air dari protein, dan melindungi ikatan hidrogen antara protein-protein dan air-protein (Liu et al., 2014).

Penurunan nilai protein larut garam yang tertinggi adalah pada sampel dalam bentuk daging cincang (*minced fish*). Hal tersebut disebabkan pada penelitian ini *minced fish* tidak dilakukan perlakuan pencucian sehingga masih terdapat enzim proteolitik. Tujuan pencucian pada proses pembuatan surimi yaitu menghilangkan protein sarkoplasma termasuk di dalamnya adalah komponen darah ikan, lemak dan enzim proteolitik. Enzim proteolitik akan mendegradasi protein selama penyimpanan menjadi peptida dan asam amino sehingga kandungan miofibril pada daging cincang akan berkurang. Daging cincang yang tidak dicuci memiliki kandungan peptida tertinggi, menunjukkan adanya enzim proteolitik endogen yang paling aktif dalam menghasilkan produk degradasi proteolitik. Protein sarcoplasmik pada ikan makarel, termasuk enzim proteolitik endogen dan peptida larut tertentu, menumpuk dalam daging cincang akibat autolisis selama penanganan dan penyimpanan. Peptida dapat dihilangkan, dan enzim proteolitik dapat dinonaktifkan sebagian dengan mencuci daging cincang dalam proses pembuatan surimi (Somjid et al., 2021a).

Protein miofibrilar dari berbagai spesies hewan lebih stabil pada pH netral. Tingkat pH memengaruhi tidak hanya laju denaturasi pada suhu tinggi tetapi juga laju

denaturasi selama penyimpanan beku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH pada penyimpanan minggu 1 memiliki pH diatas 7 namun setelah penyimpanan minggu ke-4 mengalami penurunan pH namun masih dalam kisaran pH yang memiliki kekuatan gel yang baik yaitu diatas 6,5. pH merupakan salah satu faktor terpenting dalam produksi gel surimi yang kuat dan elastis. ingkat keasaman yang rendah dapat memengaruhi sifat fungsional surimi. Rentang pH optimal untuk menghasilkan gel elastis adalah 6,0–8,0, sedangkan kondisi terbaik adalah pada pH 6,5–7,0. Surimi dengan pH di bawah 6 akan menghasilkan gel yang rapuh atau mudah patah. Gel yang terbentuk dari surimi dengan pH lebih dari 8,0 tidak padat, dan pH di bawah 6 menyebabkan ketidakstabilan protein yang larut dalam garam atau protein miofibrilar dalam daging ikan, menunjukkan penurunan kemampuan pembentukan gel (Sun & Holley, 2011).

Nilai pH yang rendah terjadi pada perlakuan surimi tanpa penambahan *cryoprotectants* lebih rendah dibandingkan dengan nilai pH pada surimi dengan penambahan *cryoprotectants* (sukrosa, sorbitol dan sodium tripolifosfat) pada penyimpanan minggu ke-4. Hal tersebut dapat terjadi karena penambahan *cryoprotectantss* dapat menghambat penurunan pH akibat aktivitas glikolisis. Menurut Nopianti et al., 2012, penurunan pH mungkin disebabkan oleh penumpukan asam laktat dari glikogen sebagai hasil dari glikolisis. pH akhir tercapai ketika glikolisis berhenti dan biasanya sekitar 5,5. Penambahan *cryoprotectants* pada surimi mampu melindungi glikolisis berlebihan yang menyebabkan penurunan pH pada surimi. Penambahan *cryoprotectants* (sukrosa dan sorbitol) pada surimi dapat menjaga nilai pH agar tetap dalam keadaan normal yaitu 6 - 7 selama penyimpanan beku (Agustini et al., 2008).

Terjadi peningkatan kadar air pada perlakuan surimi dengan penambahan *cryoprotectants* disebabkan oleh

kemampuan *cryoprotectants* menahan air sehingga tidak terjadi penurunan kadar air. Penambahan *cryoprotectants* meningkatkan kemampuan protein mengikat air atau *water holding capacity* (WHC). Nilai WHC yang tinggi dapat menyebabkan kadar air relatif konstan. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian pada surimi dengan penambahan *cryoprotectants* dari polifenol. Polifenol meningkatkan kandungan air terikat (WHC)

pada gel surimi dan memicu konversi struktur heliks alfa (α -helix) menjadi lembaran beta (β -sheet) pada protein, yang bermanfaat bagi proses gelasi gel surimi. Gel surimi yang diolah dengan polifenol memiliki struktur jaringan tiga dimensi yang lengkap dan pori-pori yang relatif seragam dan kecil, terutama pada gel surimi yang dikaitkan silang dengan *Epigallocatechin gallate* (EGCG).

Tabel 5. Mutu Sensoris selama Penyimpanan Beku

SAMPEL	Uji Gigit		Uji Lipat	
	Minggu ke		Minggu ke	
	1	4	1	4
<i>Fillet</i>	7,78 ^b	7,44 ^c	4,83 ^b	4,61 ^c
<i>Minced Fish</i>	8,06 ^b	6,17 ^b	4,72 ^b	3,39 ^b
<i>Surimi Cryoprotectants</i>	7,06 ^a	7,28 ^c	4,83 ^b	4,67 ^c
<i>Surimi Non Cryoprotectants</i>	6,67 ^a	4,11 ^a	3,33 ^a	2,22 ^a

Uji lipat adalah salah satu cara yang digunakan untuk mengecek kualitas gel surimi.. Metode ini sangat efektif dalam membedakan gel dengan kualitas tinggi dari gel dengan kualitas rendah, meskipun kurang sensitif dalam membedakan gel berkualitas baik dari gel dengan kualitas sangat baik (Sumartini et al., 2014). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semua perlakuan mengalami penurunan nilai uji gigit. Hal tersebut dikarenakan selama penyimpanan terjadi perubahan pada surimi yaitu penurunan kadar air serta denaturasi protein yang dapat dilihat penurunan nilai protein larut garam pada semua perlakuan. Nilai uji lipat pada perlakuan surimi dengan penambahan *cryoprotectants* memiliki penurunan yang kecil apabila dibandingkan dengan perlakuan yang *fillet*, *minced fish* dan surimi tanpa penambahan *cryoprotectants*. Hal tersebut dikarenakan *cryoprotectants* mampu menghambat denaturasi protein dan penurunan kadar air sehingga penurunan nilai uji lipat tidak terlalu besar pada penyimpanan minggu ke-4. Mekanisme penambahan *cryoprotectants* yaitu meningkatkan pemebentukan agregat protein miofibril dengan resistensi tinggi terhadap degradasi. Hal ini mencegah

paparan asam amino hidrofobik dan oksidasi kelompok sulfhidril, sehingga mempengaruhi pembentukan ikatan silang protein secara efektif selama proses gelasi dan membentuk struktur serat yang lebih padat (Su et al., 2025)

Nilai uji gigit selama penyimpanan rata-rata mengalami penurunan (*minced fish*, surimi tanpa *cryoprotectants* dan *fillet*) selama penyimpanan. Selama proses penyimpanan, nilai uji gigit menurun, hal ini disebabkan karena terjadi denaturasi protein selama penyimpanan. Namun nilai uji gigit pada surimi dengan penambahan *cryoprortectant* mengalami kenaikan. Hal tersebut dikarenakan penambahan *cryoprotectants* dari sodium tripolifosfat, sorbitol dan sukrosa selama penyimpanan mampu mencegah denaturasi dan menjaga elastisitas gel selama penyimpanan. *Cryoprotectants* menyebabkan ikatan silang yang homogen antara protein miofibril dan molekul air menyebabkan luas permukaan spesifik yang lebih tinggi dan interaksi yang meningkat di antara keduanya (Ishamri & Huda, 2023). Hal tersebut meningkatkan kekuatan gel dalam hal ini nilai uji gigit dari surimi yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Konsentrasi terbaik penambahan NaHCO_3 yang terbaik adalah konsentrasi 0,5% yang berpengaruh terhadap penurunan kadar lemak tertinggi dan penurunan kadar protein terendah. Frekuensi pencucian terbaik yaitu pada frekuensi satu kali yang berpengaruh terhadap uji gigit dan uji lipat dengan nilai tertinggi. Kemunduran mutu surimi terendah selama penyimpanan yaitu pada perlakuan surimi dengan penambahan *cryoprotectants* yang berpengaruh terhadap kadar protein larut garam, pH, kadar air, uji gigit dan uji lipat. Berdasarkan penelitian ini, perlakuan *defatting*, frekuensi pencucian dan penambahan *cryoprotectants* dapat meningkatkan mutu ikan air tawar (ikan patin) yang memiliki kualitas sensoris (uji lipat dan gigit) yang baik sehingga dapat menjadi alternatif bahan baku industri surimi yang masih menggunakan bahan baku surimi dari ikan laut yang semakin terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, T. W., Darmanto, Y. S., & Putri, D. P. K. P. (2008). Evaluation on Utilization of Small Marine Fish to Produce Surimi Using Different Cryoprotective Agents to Increase the Quality of Surimi. *Journal of Coastal Development*, 11(3), 131–140.
- Andriyani, W., & Sumantriyadi. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) Terhadap Salinitas yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1), 48–55.
- Anggit, P., Darmanto, Y. S., & Swastawati, F. (2011). Analisa Mutu Satsuma Age Ikan Kurisi (*Nemipterus* Sp) dengan Penggunaan Jenis Tepung yang Berbeda. *Jurnal Saintek Perikanan*, 6(2), 13–22.
- Anggraeni, R., Lekahena, V. N. J., Kusumaningrum, I., & Supriyadi, S. (2017). Karakteristik Surimi Ikan Cucut (*Carcharhinus* sp). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 10(2), 36. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.10.2.36-43>
- Association of Official Analytical Chemist. (2005). *Official methods of analysis* (18 Edn).
- Bachtiar, I., Agustini, T. W., & Anggo, A. D. (2014). Efektivitas Pencucian dan Suhu Setting (25, 40, 50 C) pada Gel Kamaboko Ikan Lele Dumbo (*Clarias garipenus*). *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 45–50.
- Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan. (2001). *Petunjuk Praktis Pengolahan Surimi*.
- Banerjee, R., & Maheswarappa, N. B. (2019). Superchilling of muscle foods: Potential alternative for chilling and freezing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(8), 1256–1263. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1401975>
- Endoma, L. F., Gabo, J. H. C., Sargadillos, R. M., Condrillon, C. G., Francisco, W. A., Daet, I. P., Silaya, F. C., Monaya, K. J. M., & Muegue, M. F. S. (2022). Physico-chemical properties and sensory quality of surimi from bigtooth pomfret (*Brama orcini*) at different washing cycles. *Food Research*, 6(5), 266–274. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(5\).597](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(5).597)
- Eveline, Santoso, J., & Huangdinata, M. (2019). Utilization of Carp (*Cyprinus carpio*) as Surimi for Sausage

- Manufacturing. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 366–374.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i2.27892>
- Guimarães, C. F. M., Mársico, E. T., Monteiro, M. L. G., Lemos, M., Mano, S. B., & Conte Junior, C. A. (2016). The Chemical Quality of Frozen Vietnamese *Pangasius hypophthalmus* Fillets. *Food Science & Nutrition*, 4(3), 398–408.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.302>
- Hemung, B.-O. (2013). Properties of Tilapia Bone Powder and Its Calcium Bioavailability Based on Transglutaminase Assay. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 3(4), 306–309.
<https://doi.org/10.7763/IJBBB.2013.V3.219>
- Ishamri, I., & Huda, N. (2023). Cryoprotectant Effects on Duck Surimi During Frozen Storage. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(2), 641–654.
<https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.2.15>
- Jiang, S., Yang, C., Bai, R., Li, Z., Zhang, L., Chen, Y., Ye, X., Wang, S., Jiang, H., & Ding, W. (2024). Modifying duck myofibrillar proteins using sodium bicarbonate under cold plasma treatment: Impact on the conformation, emulsification, and rheological properties. *Food Hydrocolloids*, 150, 109682.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2023.109682>
- Kaewjumpol, G., Thawornchinsombut, S., Ahromrit, A., & Rojanakorn, T. (2013). Effects of Bicarbonate, Xanthan Gum, and Preparation Methods on Biochemical, Physicochemical, and Gel Properties of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn) Mince. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(3), 241–257.
<https://doi.org/10.1080/10498850.2011.642072>
- Kang, Z.-L., Shang, X.-Y., Li, Y.-P., & Ma, H.-J. (2022). Effect of Ultrasound-Assisted Sodium Bicarbonate Treatment on Aggregation and Conformation of Reduced-Salt Pork Myofibrillar Protein. *Molecules*, 27(21), 7493.
<https://doi.org/10.3390/molecules27217493>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2024). *Produksi Perikanan Budi Daya Pembesaran Berdasarkan Kelompok Ikan*.
- Laksono, U. T., Suprihatin, S., Nurhayati, T., & Romli, M. (2019). Enhancement of Textural Quality From Daggettooth Pike Conger Fish Surimi with Sodium Tripolyphosphate and Transglutaminase Activator. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 198–208.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i2.27373>
- Lee, J., Yuan, P., Heidolph, B. B., & Park, J. W. (2018). Physicochemical properties of frozen Alaska pollock fillets and surimi as affected by various sodium phosphates. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(3), e13530.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13530>

- Liu, Q., Chen, Q., Kong, B., Han, J., & He, X. (2014). The influence of superchilling and cryoprotectants on protein oxidation and structural changes in the myofibrillar proteins of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi. *LWT - Food Science and Technology*, 57(2), 603–611. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.02.023>
- Manthey-Karl, M., Lehmann, I., Ostermeyer, U., & Schröder, U. (2016). Natural Chemical Composition of Commercial Fish Species: Characterisation of *Pangasius*, Wild and Farmed Turbot and Barramundi. *Foods*, 5(3), 58. <https://doi.org/10.3390/foods5030058>
- Priyadarshana, M. K. C., & Walpita, C. N. (2022). Study of the best washing cycle for processing of surimi from spotted sardinella (Amblygaster sirm): A preliminary study. *Journal of Agriculture and Value Addition*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.4038/java.v5i1.31>
- Priyadarshini, B., Xavier, K. A. M., Nayak, B. B., Dhanapal, K., & Balange, A. K. (2017). Instrumental quality attributes of single washed surimi gels of tilapia: Effect of different washing media. *LWT*, 86, 385–392. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.022>
- Ramadhan, W., Santoso, J., & Trilaksani, W. (2014). Pengaruh Defatting, Frekuensi Pencucian dan Jenis Dryoprotectant terhadap Mutu Tepung Surimi Ikan Lele Kering Beku. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(1), 47–56. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.1.47>
- Rawdkuen, S., Sai-Ut, S., Khamson, S., Chaijan, M., & Benjakul, S. (2009). Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using an acid-alkaline process. *Food Chemistry*, 112(1), 112–119. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.05.047>
- Rozi, A., Khairi, I., Tri Cahyani, R., Bija, S., Wulansari, N., Yusman Maulid, D., Putu Sri Dia Utari, S., & Anggraini Wulandari, D. (2020). The Effect of Defatting, Washing Cycle and Storage Time on Quality Catfish Surimi. *Jurnal Fishtech*, 9(2), 97–106. <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/fishtech>
- Shaviklo, A. R., & Rafipour, F. (2013). Surimi and surimi seafood from whole ungutted myctophid mince. *LWT - Food Science and Technology*, 54(2), 463–468. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2013.06.019>
- Sokamte, T. A., Mbougoung, P. D., Mohammadou, B. A., Tatsadjieu, N. L., & Sachindra, N. M. (2020). Proximal composition and fatty acid profile of fresh and smoked fillets of *Pangasius hypophthalmus*. *Scientific African*, 9, e00534. <https://doi.org/10.1016/J.SCIAF.2020.E00534>
- Somjid, P., Panpipat, W., Cheong, L.-Z., & Chaijan, M. (2021a). Reduced Washing Cycle for Sustainable Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) Surimi Production: Evaluation of Bio-Physico-Chemical, Rheological, and Gel-Forming Properties. *Foods*, 10(11), 2717. <https://doi.org/10.3390/foods10112717>
- Somjid, P., Panpipat, W., Cheong, L.-Z., & Chaijan, M. (2021b). Reduced Washing Cycle for Sustainable Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*)

- Surimi Production: Evaluation of Bio-Physico-Chemical, Rheological, and Gel-Forming Properties. *Foods*, 10(11), 2717. <https://doi.org/10.3390/foods10112717>
- Su, L., Qiu, M., jiang, Q., Li, H., Liu, W., Wang, X., Liu, J., Tu, Z., & Shao, Y. (2025). Protective effect of L-lysine on silver carp surimi during freezing storage: Gel quality improvement and physicochemical properties. *LWT*, 217, 117459. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2025.117459>
- Sumartini, Swastawati, F., & Agustini, T. W. (2014). Analyses Of Omega 3,6,9 Fatty Acid and Fenol Content of Smoked Milk Fish (*Chanos chanos* Forsk) with Combining Between Smoking Fireplaceand Smoking Duration Sumartini. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 157–166. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jpbhp>
- Sun, X. D., & Holley, R. A. (2011). Factors Influencing Gel Formation by Myofibrillar Proteins in Muscle Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(1), 33–51. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00137.x>
- Venugopal, V., & Shahidi, F. (1996). Structure and Composition of Fish Muscle. *Food Reviews International*, 12(2), 175–197. <https://doi.org/10.1080/87559129609541074>
- Wahyuningsih, Y. (2016). Peningkatan Keunggulan Bersaing pada Budidaya Perikanan Ikan Patin pada CV. Ardyanti Palas. *Jurnal Manajemen Magister*, 02(02), 221–236. <https://jurnal.darmajaya.ac.id/index.php/jmmd/article/download/903/597>
- Walayat, N., Blanch, M., & Moreno, H. M. (2025). Surimi and Low-Salt Surimi Gelation: Key Components to Enhance the Physicochemical Properties of Gels. *Gels*, 11(2), 142. <https://doi.org/10.3390/gels11020142>
- Walayat, N., Xiong, H., Xiong, Z., Moreno, H. M., Nawaz, A., Niaz, N., & Randhawa, M. A. (2022). Role of Cryoprotectants in Surimi and Factors Affecting Surimi Gel Properties: A Review. *Food Reviews International*, 38(6), 1103–1122. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1768403>
- Xu, S., Yang, H., Shen, L., & Li, G. (2017). Purity and Yield of Collagen Extracted from Southern Catfish (*Silurus meridionalis* Chen) Skin through Improved Pretreatment Methods. *International Journal of Food Properties*, 20(sup1), S141–S153. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1291677>
- Zaghib, I., Arafa, S., & Mnasser, H. (2021). Evaluation, Effect of Whitening Agents on Physico-Chemical and Functional Properties of Sardine Surimi (*Sardina pilchardus*). *Asian Food Science Journal*, 74–89. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i1130378>
- Zhang, L., Li, Q., Shi, J., Zhu, B., & Luo, Y. (2018). Changes in chemical interactions and gel properties of heat-induced surimi gels from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during setting and heating: Effects of different washing solutions. *Food Hydrocolloids*, 75, 116–124. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2017.09.007>

Zhang, T., Li, Z., Wang, Y., Xue, Y., & Xue, C. (2016). Effects of konjac Glucomannan on Heat-Induced Changes of Physicochemical and Structural Properties of Surimi Gels. *Food Research International*, 83, 152–161.

<https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2016.03.007>

Zhang, X., Zhang, Y., Ding, H., Zhang, W., & Dai, Z. (2022). Effect of Washing Times on the Quality Characteristics and Protein Oxidation of Silver Carp Surimi. *Foods*, 11(16), 2397. <https://doi.org/10.3390/foods11162397>