

## PENINGKATAN POTENSI MAKANAN OLAHAN IKAN DENGAN TEKNIK RESTRUKTURISASI: MINI REVIEW

### *ENHANCING THE POTENTIAL OF PROCESSED FISH PRODUCTS WITH RESTRUCTURING METHOD: A MINI REVIEW*

M Irfan Febriansyah<sup>1</sup>, Nafisah Eka Puteri<sup>1,2</sup>, Noer Octaviana Maliza<sup>2</sup>, Ernawati

<sup>1</sup>Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Teuku Umar

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Univ. Teuku Umar

#### **ABSTRACT**

*Fish consumption has been linked to positive effects on health. However, some fish species are overexploited or underutilized due to consumer preferences related to size, taste, odor, color, or texture. To overcome these challenges, restructuring fish products is an important processing technique aimed at modifying the texture, appearance, or physical form of processed fish products. Restructuring enhances product value, consumer appeal, and facilitates easier processing. Restructuring technology not only applies to fish meat but also to by-products, offering positive effects on food availability and reducing environmental waste. Restructuring techniques include enzymatic treatment, hydrocolloid addition, and pressure application, among others. These techniques have been successfully applied to various fish species, resulting in improved product characteristics such as texture, color, gel strength, water-binding capacity, and sensory attributes. By understanding the various techniques and benefits of fish product restructuring, innovative and high-quality processed fish products can be developed to meet consumer preferences while maintaining product quality and sustainability. These studies contribute to the development of the fishing industry, public health, and overall global well-being by enhancing food and non-food product potential and meeting economical needs.*

*Keywords: Fish restructuring, Processed fish products, Value addition, Consumer preferences*

#### **INTISARI**

Konsumsi ikan telah dikaitkan dengan efek positif kesehatan tubuh. Namun, beberapa spesies ikan dieksploitasi berlebihan atau kurang dimanfaatkan karena preferensi konsumen terkait ukuran, rasa, bau, warna, atau tekstur. Untuk mengatasi tantangan ini, restrukturisasi produk ikan yang bertujuan untuk memodifikasi tekstur, penampilan, atau bentuk fisik produk ikan olahan sehingga nilai produk, daya tarik konsumen, dan memudahkan proses pengolahan. Teknologi restrukturisasi tidak hanya diterapkan pada daging ikan tetapi juga pada produk samping, yang menawarkan efek positif pada ketersediaan pangan dan mengurangi limbah lingkungan. Teknik restrukturisasi meliputi perlakuan enzimatik, penambahan bahan hidrokoloid, dan aplikasi tekanan. Teknik ini telah berhasil diterapkan pada berbagai spesies ikan dan menghasilkan peningkatan karakteristik produk seperti tekstur, warna, kekuatan gel, kapasitas pengikat air, dan atribut sensoris. Dengan memahami berbagai teknik dan manfaat restrukturisasi produk ikan, produk ikan olahan yang inovatif dan berkualitas tinggi dapat dikembangkan untuk memenuhi preferensi konsumen dengan menjaga mutu dan keberlanjutan produk. Studi-studi ini berkontribusi pada pengembangan industri perikanan, kesehatan masyarakat, dan kesejahteraan global secara keseluruhan dengan meningkatkan potensi produk pangan dan non-pangan serta memenuhi kebutuhan ekonomi.

Kata kunci: Restrukturisasi ikan, Produk olahan ikan, Peningkatan nilai tambah, Preferensi konsumen.

---

<sup>1</sup> Correspondence author: nafisahekaputeri@utu.ac.id

## PENDAHULUAN

Ikan sebagai komoditas yang kaya akan zat gizi merupakan sumber protein dan zat gizi esensial, terutama bagi banyak anggota masyarakat global yang kondisi perekonomiannya tergolong rendah. Pada tahun 2014, FAO mencatat bahwa produk perikanan memberikan sumbangan konsumsi protein sebanyak 17% dari protein daging yang dikonsumsi masyarakat global dan memberikan kontribusi konsumsi protein di Indonesia sebanyak 16,4% (FAO, 2014). Selain sebagai sumber protein, produk perikanan juga memiliki manfaat lain bagi kesehatan. Peninjauan hasil studi terkait pengaruh konsumsi ikan dan status kesehatan menunjukkan bahwa konsumsi ikan secara teratur memiliki dampak positif pada pengendalian homeostasis tiroid, pemeliharaan berat badan, pengendalian tekanan darah, pengendalian homeostasis glukosa yang berefek terhadap diabetes dan sindrom metabolik, serta pemeliharaan massa otot lansia (Mendivil, 2021). Selain komponen gizi makro, produk perikanan juga memberikan kontribusi terhadap kesehatan dalam bentuk komponen gizi mikro dan komponen bioaktif (Hicks et al., 2019).

Saat ini, sebagian jenis ikan dieksploitasi secara berlebihan sedangkan sebagian yang lain tidak dimanfaatkan secara optimal. Beberapa spesies ikan belum termanfaatkan dengan baik akibat ukuran, rasa, bau, warna ataupun teksturnya yang tidak memenuhi preferensi konsumen. Hal ini dapat diatasi melalui proses restrukturisasi. Restrukturisasi produk ikan adalah proses penting dalam pengolahan ikan yang bertujuan untuk mengubah tekstur, penampilan, atau bentuk fisik produk olahan ikan. Tujuan dari restrukturisasi adalah untuk meningkatkan nilai tambah produk, meningkatkan daya tarik konsumen, dan memfasilitasi pengolahan yang lebih mudah. Pengolahan produk perikanan menjadi produk

pangan olahan melalui restrukturisasi menjanjikan peningkatan nilai tambah produk perikanan bahkan untuk produk perikanan yang bernilai rendah (Zhang et al., 2013). Maka dari itu, kajian mengenai restrukturisasi produk ikan menjadi hal yang penting dalam upaya meningkatkan nilai ekonomi, memenuhi preferensi konsumen, serta menjaga kualitas dan keberlanjutan produk olahan ikan. Berbagai manfaat yang diberikan produk perikanan memberikan peluang dan tantangan terhadap potensi pengembangan baik dalam bentuk produk pangan maupun produk non-pangan.

Melalui kajian ini, dilakukan peninjauan terhadap berbagai aspek kajian restrukturisasi produk ikan. Kajian memuat teknik-teknik yang digunakan dalam restrukturisasi ikan, bahan tambahan yang terlibat, dampaknya terhadap tekstur dan kualitas produk, serta manfaat ekonomi yang dapat diperoleh. Dengan pemahaman yang mendalam tentang restrukturisasi produk ikan, diharapkan adanya pengembangan produk olahan ikan yang inovatif, berkualitas, dan lebih menarik bagi konsumen. Selain itu, dalam konteks global, kajian restrukturisasi produk ikan menjadi penting karena dapat membantu pemenuhan kebutuhan gizi dari bahan yang tergolong ekonomis. Dengan demikian, kajian terhadap restrukturisasi ikan dapat meningkatkan wawasan untuk perkembangan industri perikanan, kesehatan masyarakat, dan kesejahteraan global secara keseluruhan.

## RESTRUKTURISASI PRODUK OLAHAN IKAN

Teknologi restrukturisasi pada ikan dapat menghasilkan produk dengan nilai tinggi sekaligus dapat memanfaatkan spesies ikan non-komersial dan ikan dengan ukuran yang kecil. Selain itu, teknologi restrukturisasi memungkinkan pemanfaatan ikan dari spesies

yang berbeda. Proses restrukturisasi daging ikan juga memungkinkan untuk memodifikasi karakteristik daging ikan dan mengatasi berbagai masalah selama pengolahan seperti sensitivitas terhadap panas, struktur yang kompak, daya ikat air yang kuat, keberadaan lemak dan tulang, serta ukuran dan perbedaan karakteristik bagian-bagian yang dapat dikonsumsi (Zhang et al., 2013).

Teknologi restrukturisasi tidak hanya diterapkan pada protein daging ikan tetapi juga telah diterapkan pada produk samping olahan ikan (*by-product*). Restrukturisasi *by-product* olahan ikan diketahui berdampak positif bagi ketersediaan sumber pangan dan penurunan potensi kerusakan lingkungan akibat pembuangan limbah *by-product* produk olahan ikan (Fogaça, Sant’Ana, Lara, Mai, & Carneiro, 2015). Melalui proses lanjutan menggunakan teknologi restrukturisasi, *by-product* olahan ikan dapat diolah menjadi produk pangan atau non-pangan bernilai tinggi secara ekonomi. Teknik restrukturisasi yang paling sering diaplikasikan ialah menggunakan metode pencacahan serta pelumatan. Di samping itu, teknologi

restrukturisasi dapat pula diterapkan dengan penambahan hidrokoloid atau bahan tambahan lain untuk meningkatkan karakteristik fisik produk (Helena M. Moreno, Herranz, Pérez-Mateos, Sánchez-Alonso, & Borderías, 2016).

Salah satu produk restrukturisasi protein yang telah komersial adalah surimi. Dengan cara diolah menjadi surimi, produk olahan ikan akan menjadi produk dengan nilai yang tinggi, meskipun menggunakan bahan baku ikan yang memiliki ukuran beragam dan berasal dari spesies yang berbeda. Surimi merupakan gel protein miofibril basah dalam konsentrasi tinggi yang berasal dari daging ikan. Surimi merupakan produk intermediet yang digunakan dalam pembuatan berbagai produk olahan seperti kamaboko serta produk pangan olahan imitasi seperti *crab leg*, *crab meat*, dan lain-lain (Walayat et al., 2022). Surimi diproduksi melalui beberapa tahapan proses, yaitu pemisahan daging ikan dari bagian-bagian lain, pemotongan, pencucian dan pengeringan serta pencampuran dengan krioprotektan (Park, Ooizumi, & Hunt, 2013).

Tabel 1. Berbagai teknologi restrukturisasi terhadap produk olahan ikan

| Bahan   | Teknologi   | Hasil Penerapan Teknologi   |
|---|---|---|
| <i>Striped mullet</i><br>( <i>Mugil cephalus</i> )          | Penambahan Microbial Transglutaminase (MTGase) dan Whey Protein Concentrate (WPC) | Produk cincang dari <i>striped mullet</i> menghasilkan gel yang baik pada konsentrasi garam rendah dengan penambahan MTGase. Dapat dinyatakan pula bahwa penambahan MTGase sebanyak 3 g/kg mampu meningkatkan karakteristik produk restrukturisasi meskipun dalam keadaan konsentrasi garam rendah (Ramírez, Ángel, Uresti, & ..., 2007). |
| Surimi kombinasi daging                                     | Penambahan pati asal jagung, tapioka, dan kentang                                 | Penambahan pati menyebabkan peningkatan nilai <i>lightness</i> gel. Jumlah pati yang berlebihan mengakibatkan penurunan kekuatan gel surimi-daging sapi (Zhang et al., 2013).   |
| <i>European sea bass</i><br>( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) | Penambahan Microbial Transglutaminase (MTGase) dan pemberian tekanan              | Pemberian 0,30% MTGase dan pengepresan dengan tekanan sebesar 3.46 gf/cm <sup>2</sup> dengan <i>setting time</i> selama 17,72 jam pada suhu 4°C dapat menghasilkan produk daging ikan restruktur yang optimal dan dapat dikomersialkan (F G Tokay, Alp, & Yerlikaya, 2022).   |
| <i>Wallago attu</i>   | Penambahan isolat protein kedelai   | Penambahan isolat protein kedelai hingga 7,5% dapat meningkatkan daya terima sensori nugget selama masa penyimpanan. Produk yang dihasilkan pun memiliki daya ikat air yang tinggi (Biswas, Das, & Biswas, 2016).   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <i>Nile tilapia</i>                              | Penambahan transglutaminase dan karagenan                            | Penambahan transglutaminase dapat mengurangi <i>cooking loss</i> , meningkatkan kekerasan, kekompakan, dan kekenyalan, serta meningkatkan kekuatan tarik produk. Penambahan karagenan menghasilkan peningkatan kelengketan, kekenyalan, dan kekuatan tarik. Secara umum, interaksi transglutaminase dan karagenan menyebabkan perubahan warna yang signifikan pada produk, menjadi lebih merah (Alves et al., 2021). |
| <i>Arrowtooth flounder (Atheresthes stomias)</i> | Penerapan <i>hydrostatic pressure processing</i> (HPP)               | Sifat mekanik gel ikan mentah meningkat dengan tingkat tekanan dan waktu penahanan tekanan sementara kelarutannya menurun. Nilai sifat mekanik dari gel yang diinduksi panas lebih tinggi pada sampel yang dimasak dengan perlakuan tekanan dibandingkan pada kontrol yang hanya dipanaskan (Uresti, Velazquez, Ramírez, Vázquez, & Torres, 2004).   |
| <i>Tilapia by-product</i>                        | Penambahan pati tapioka dan siklus pencucian                         | Jumlah siklus pencucian dan penambahan pati tapioka dapat mempengaruhi kadar air, protein dan lipid dari produk. Selain itu, <i>whiteness</i> yang lebih tinggi didapat setelah lima siklus pencucian. Lalu karena pati tapioka bertindak sebagai penstabil, gumpalan lemak lebih stabil dan terdistribusi dengan baik, sehingga emulsi yang dihasilkan memiliki sifat yang lebih baik (Fogaça et al., 2015).        |
| <i>White tripod (Triacanthus brevirosterus)</i>  | Penambahan jagung, putih telur, dan kasein                           | Produk tanpa penambahan bahan lain memiliki kekuatan gel yang paling tinggi dibanding produk dengan bahan tambahan. Sementara itu, adanya penambahan putih telur dapat meningkatkan nilai <i>folding test</i> , serta mengurangi retak permukaan rongga dibandingkan produk dengan penambahan jagung ataupun kasein (Hema, Shakila, Shanmugam, & ..., 2016).   |
| <i>Merluccius hubbsi</i>                         | Penambahan hidrolisat dan isolat protein <i>amaranth</i>             | Isolat dan hidrolisat protein <i>amaranth</i> hingga 2% dapat menghasilkan produk restrukturisasi yang tidak jauh berbeda dengan kontrol, dalam hal tekstur dan warna. Penggunaan isolat ataupun hidrolisat ini dapat mengurangi penggunaan garam (Fillería & Tironi, 2015).   |
| <i>Hake (Merluccius capensis)</i>                | Penambahan alginat dan transglutaminase                              | Analisis pada gel otot menunjukkan bahwa natrium alginat tidak membentuk ikatan kovalen protein-protein, sementara MTGase secara signifikan meningkatkan jumlah ikatan kovalen yang terbentuk antara protein otot yang berdekatan (H M Moreno, Carballo, & ..., 2008).   |
| <i>Gilthead sea Bream (Sparus aurata)</i>        | Penambahan konjac glucomannan (KGM) dan carboxymethylcellulose (CMC) | Penambahan 10g/kg KGM ataupun 10g/kg CMC memberi efek yang signifikan terhadap nilai aktivitas air produk (Andrés-Bello, Iborra-Bernad, García-Segovia, & Martínez-Monzó, 2013).   |
| <i>Flying fish surimi</i>                        | Kombinasi perlakuan <i>high pressure</i> dan MTGase                  | Tidak ada efek sinergis yang diamati dari kombinasi perlakuan, karena perubahan konformasi protein yang diinduksi tekanan menyebabkan penurunan aktivitas MTGase. Temuan ini sejalan dengan hasil pemindaian mikroskop elektron (Beatriz Herranz, Tovar, Borderias, & Moreno, 2013).   |

Berdasar Tabel 1 tampak bahwa terdapat berbagai teknologi restrukturisasi yang dapat diterapkan terhadap produk olahan ikan. Teknologi restrukturisasi tersebut secara garis besar dapat dikelompokkan atas penerapan proses mekanis dan penambahan bahan tertentu.

### **PENERAPAN PROSES MEKANIS**

Proses mekanis dalam restrukturisasi ikan melibatkan penggunaan peralatan dan teknik khusus untuk mengubah tekstur dan bentuk fisik ikan. Proses mekanis ini dapat membantu menciptakan berbagai jenis produk olahan ikan dengan tekstur, penampilan, dan bentuk yang beragam, sesuai dengan preferensi konsumen. Proses mekanis yang umum diterapkan pada produk olahan ikan ialah pencucian, penggilingan dan pencincangan.

Cara pencucian menjadi kunci kualitas surimi yang dihasilkan. Pencucian tidak hanya menghilangkan lemak dan bahan yang tidak diinginkan tetapi juga yang lebih penting meningkatkan konsentrasi protein miofibril, sehingga meningkatkan kemampuan surimi membentuk gel (Fogaça et al., 2015). Namun, pencucian berulang yang diterapkan selama pemrosesan surimi membutuhkan peningkatan jumlah air tawar dan menyebabkan kontaminasi air limbah. Dalam konteks ini, jumlah siklus pencucian adalah salah satu langkah terpenting dalam produksi surimi, terutama jika produk sampingan akan dimanfaatkan.

Tekanan tinggi atau *high pressure* juga telah diaplikasikan pada produk restrukturisasi ikan. Pengaplikasian *high pressure* pada olahan ikan akan menghasilkan jaringan yang lebih elastis dan stabil sebagai hasil dari rekombinasi ikatan lemah karena efek kompresi-ekspansi (Beatriz Herranz et al., 2013). *High pressure* dapat memodifikasi konformasi protein otot, mengakibatkan perubahan sifat fungsional protein. Perubahan ini tergantung pada tingkat tekanan, durasi tekanan dan urutan perlakuan. Secara umum, gel protein yang dibentuk oleh

pemrosesan *high pressure* lebih mudah berubah bentuk dan lebih berkilau serta menghasilkan rasa yang lebih alami daripada gel yang diinduksi panas (B Herranz, Solo-De-Zaldivar, & ..., 2013).

### **PEMBERIAN BAHAN TAMBAHAN**

Penambahan bahan pada produk olahan protein daging dan ikan umumnya berperan utama sebagai bahan pengisi yang membantu meningkatkan karakteristik daya ikat air produk. Bahan yang ditambahkan juga ditujukan untuk membantu dalam modifikasi tekstur, meningkatkan kekuatan gel, mengurangi biaya produksi dan meningkatkan stabilitas produk dalam pembekuan dan pencairan kembali (Park et al., 2013). Bahan yang ditambahkan untuk meningkatkan karakteristik fisik dan fungsional produk ikan restrukturisasi umumnya merupakan karbohidrat berupa pati, protein, hidrokoloid serta enzim. Selain memperbaiki karakteristik produk restrukturisasi, penambahan bahan lain ini pun seringkali ditujukan untuk mengurangi penggunaan garam yang berguna dalam melarutkan dan mengekstrak protein miofibril. Pengurangan garam berkaitan dengan peningkatan minat konsumen terhadap produk yang sehat untuk mencegah dan mengendalikan tingkat tekanan darah yang merugikan kesehatan.

### **Hidrokoloid**

Hidrokoloid ialah polimer larut air yang mampu membentuk koloid, mengentalkan larutan atau membentuk gel, serta meningkatkan daya serap air suatu matriks. Hidrokoloid yang umum diaplikasikan pada bahan pangan berupa karagenan, alginat, *xanthan gum*, maupun *arabic gum*. Alginat adalah polisakarida yang diekstraksi dari rumput laut coklat dan digunakan terutama dalam bentuk natrium alginat. Interaksi antara alginat dan protein ditentukan oleh konsentrasi hidrokoloid dan sumber ion kalsium, yang membentuk gel

termostabil yang mampu mengikat protein ikan. Berdasar sifat mekanik, efektivitas natrium alginat dalam membentuk gel akan meningkat dengan penambahan kalsium klorida konsentrasi rendah, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi mengurangi kemampuan pengikatan alginat (H M Moreno et al., 2008).

Efek *konjac glucomannan* (KGM) dan *carboxymethylcellulose* (CMC) sebagai bahan tambahan produk restrukturisasi ikan juga telah dievaluasi. Penambahan KGM atau CMC memberikan efek yang signifikan pada aktivitas air produk. Kapasitas daya ikat air dan kelengketan meningkat karena adanya KGM dan CMC, baik pada produk restrukturisasi segar maupun yang diberi perlakuan panas. Serat hidrokoloid berkontribusi terhadap pembentukan matriks gel yang bersifat kohesif pada sampel segar. Sementara itu, pada produk yang diberi perlakuan panas, KGM secara signifikan mampu mengurangi nilai kekerasan, kekompakan, dan juga kekenyalan. Serat hidrokoloid mungkin mengganggu koagulasi matriks protein yang diinduksi oleh perlakuan panas dan menghambat pembentukan ikatan kovalen yang erat antara protein dan karenanya menghasilkan gel yang lebih lembut, tidak begitu kohesif dan kenyal dibanding tanpa perlakuan panas (Andrés-Bello et al., 2013).

### **Pati**

Pati merupakan karbohidrat yang tidak larut air. Karakteristik fisik pati dipengaruhi oleh rasio amilosa dan amilopektin selama gelatinisasi. Fraksi amilosa memberikan gel yang kaku, sedangkan aminopektin menentukan elastisitas gel. Berbeda dengan interaksi pati dan air, interaksi pati-protein ikan menyebabkan terjadinya peningkatan suhu gelatinisasi pati. Peningkatan suhu gelatinisasi tersebut dipengaruhi oleh kompetisi pengikatan air tersedia yang dibutuhkan untuk proses gelatinisasi antara pati dan protein. Protein ikan memiliki kemampuan mengikat air lebih tinggi

dibandingkan pati sehingga air tidak dapat bermigrasi dengan cepat ke dalam sistem pati dan air. Selama proses gelatinisasi, protein mengalami proses denaturasi mengakibatkan protein kehilangan kemampuan pengikatan air sehingga pati dapat mengikat air di sekitarnya (Park et al., 2013). Namun, penambahan garam ke dalam sistem protein dan pati dapat membantu hidrasi air melalui proses dispersi protein. Akibat kemampuannya mengikat air, pati juga berfungsi untuk mempertahankan kekuatan gel dalam menghadapi penurunan kadar air surimi, serta meningkatkan stabilitas selama penyimpanan pada kondisi beku. Pati juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai kecerahan (*lightness*) produk restrukturisasi, tetapi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap atribut warna yang lain (Zhang et al., 2013).

Pati tapioka termasuk jenis pati yang telah sering diaplikasikan sebagai bahan pengisi pada produk surimi. Pati tapioka yang ditambahkan bertindak sebagai bahan penstabil globula lemak sehingga butiran lemak terdistribusi dengan baik. Restrukturisasi surimi tanpa penambahan pati tapioka pada suatu studi menunjukkan bahwa lemak tidak teremulsi dengan baik sehingga lemak tidak terperangkap di dalam protein yang selanjutnya berdampak terhadap tekstur yang buruk (Fogaça et al., 2015). Emulsi lemak di dalam protein yang tidak stabil dapat mengakibatkan penurunan penerimaan sensori akibat terbentuknya flavor tengik dari oksidasi lemak. Selain itu, penambahan 20% pati tapioka pada produk restrukturisasi ikan dapat menurunkan kadar air 10-12% produk restrukturisasi tersebut yang disebabkan pati mengisi ruang interspasial yang sebelumnya diisi oleh air yang memungkinkan terjadinya pengikatan air bebas.

Selain pati tapioka alami, telah dilakukan pula kajian dengan menggunakan pati tapioka termodifikasi melalui proses esterifikasi asam asetat dan *crosslinking* dengan

hidroksipropil yang dikombinasikan dengan sukrosa. Pati tapioka termodifikasi kimia tersebut memberikan respon lebih baik dalam menurunkan potensi agregasi protein dan hilangnya gugus sulfhidril akibat *crosslink* pada surimi dalam penyimpanan beku selama 90 hari dibandingkan dengan krioprotektan komersial. Pati termodifikasi secara kimia umumnya memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap siklus *freeze-thaw* dibandingkan pati alami yang disebabkan pati termodifikasi kimia memiliki struktur yang memungkinkan pengikatan air bebas lebih mudah serta dapat memodifikasi mobilitas air didalam sistem matriks pangan (Cao, An, Xiong, Li, & Liu, 2016).

Studi terkait perbandingan antara pati tapioka, kentang, dan jagung terhadap gel surimi kombinasi juga pernah dilakukan (Zhang et al., 2013). Gel dengan pati jagung memiliki *cooking loss* tertinggi, sedangkan gel dengan tapioka menunjukkan nilai terendah. Sementara itu, penambahan pati kentang menghasilkan kekuatan gel tertinggi. Hasil analisis turut menunjukkan bahwa jumlah pati tapioka, kentang, maupun jagung yang berlebihan mengakibatkan penurunan kekuatan gel surimi-gel daging sapi.

Selama proses penyimpanan dalam suhu beku, sineresis menjadi masalah tersendiri ketika proses *thawing* diterapkan. Selain permasalahan *thawing*, penyimpanan beku dalam waktu yang lama memicu terjadinya penurunan mutu gel ikan akibat denaturasi, oksidasi lemak dan penurunan kemampuan pengikatan air daging ikan. Penambahan bahan tambahan berupa turunan karbohidrat ke dalam produk restrukturisasi ikan dapat pula berfungsi sebagai krioprotektan dan bahan penstabil selama penyimpanan beku (Maghsoudi, Moosavi-Nasab, Abedi, & Maleki, 2023). Gel ikan tanpa penambahan pati selama siklus *freeze-thaw* terjadi proses pemisahan air di dalam jaringan dari protein dan membentuk

kristal es. Proses tersebut memicu terjadinya agregasi protein dan *crosslinking* gugus sulfhidril (-SH) protein sehingga tekstur produk menjadi kejal [5].

### Protein

Protein non-daging dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan produk restrukturisasi. Protein tambahan non-daging diketahui mampu meningkatkan karakteristik mekanis gel produk restrukturisasi. Namun, interaksi antara protein non-daging dan protein daging umumnya kurang baik sehingga dapat berdampak negatif terhadap tekstur produk olahan dengan mengganggu proses gelasi protein miofibril. Protein non-daging yang dimanfaatkan pada surimi dapat berasal dari sumber hewani maupun nabati. Protein sumber hewani dapat berupa putih telur, kasein, ataupun *whey*, sementara protein sumber nabati dapat berupa isolat atau hidrolisat protein asal tumbuhan.

Penambahan putih telur pada surimi diketahui menghasilkan tekstur dengan tingkat *folding test* yang baik dan tidak mudah hancur atau patah ketika diberi tekanan. Dibandingkan dengan kasein, penambahan putih telur menghasilkan kekuatan gel yang lebih baik. Penambahan putih telur pun dapat meningkatkan daya ikat air pada gel surimi. Celah antar protein telur yang dikoagulasi memiliki gugus non-polar yang membantu retensi air sebagai air hidrodinamik dalam matriks gel surimi (Hema et al., 2016).

Penambahan *whey protein concentrate* (WPC) mampu menghambat proses autolisis protein, serta berperan sebagai pengisi di dalam matriks gel sehingga meningkatkan *breaking force* dan deformasi surimi dengan setiap peningkatan konsentrasi tanpa mempengaruhi nilai *whiteness*. *Whey protein concentrate* yang dikombinasikan dengan  $\text{CaCl}_2$  berinteraksi sinergis dalam meningkatkan kekuatan gel surimi melalui *cross-linking* miosin dan

menghambat proteolisis (Shi, Luo, Shen, & Li, 2014).

Selain protein asal *whey* dan putih telur, pengaruh dan interaksi penambahan isolat protein kedelai pada pasta ikan dan daging telah dikaji. Isolat protein kedelai yang diaplikasikan pada nugget ikan menunjukkan *cooking yield* yang tinggi dan daya ikat air yang tinggi pula. Selain itu, komposisi gizi yang dihasilkan pun cenderung lebih baik, serta stabil dalam jangka waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan nugget ikan yang tidak ditambah isolat protein kedelai [11]. Sumber isolat protein nabati lainnya pun diketahui dapat diaplikasikan dalam restrukturisasi olahan ikan, salah satunya protein asal *amaranth*. Hidrolisat dan isolat protein *amaranth* menghasilkan produk gel yang dapat diterima dengan dua manfaat penting, yaitu penghambatan pembentukan produk oksidasi lipid sekunder yang memiliki efek negatif pada tubuh manusia selain efek buruknya pada kualitas makanan dan pengurangan kandungan garam dalam produk yang sangat penting untuk mencegah hipertensi dan penyakit kardiovaskular di kalangan penduduk [15].

### Enzim

Transglutaminase adalah enzim yang terlibat dalam proses penyatuan atau pengikatan molekuler protein. Transglutaminase merupakan enzim yang telah banyak dipelajari sebagai bahan tambahan pada produk restrukturisasi. Penambahan transglutaminase dapat mengurangi *cooking loss*, meningkatkan kekerasan, kekompakan, dan kekenyalan, serta meningkatkan kuat tarik produk (Alves et al., 2021). Aktivitas transglutaminase tampak dari kemampuannya untuk mengkatalisis pembentukan ikatan kovalen antara gugus amino dari residu lisil dan gugus karboksiamida dari residu glutaminil pada molekul protein yang berdekatan, sehingga mampu meningkatkan sifat mekanik (Beatriz Herranz et al., 2013). Penggunaan transglutaminase tidak hanya

ditujukan untuk meningkatkan karakteristik produk restrukturisasi tetapi juga mengurangi penggunaan garam pada produk (Télliez-Luis, Uresti, Ramírez, & ..., 2002).

Penggunaan enzim transglutaminase seringkali digabungkan dengan perlakuan tambahan, baik perlakuan mekanis maupun penambahan bahan lain. Adanya natrium kaseinat yang dikombinasikan dengan transglutaminase asal mikroba (MTGase) penting dalam membantu meningkatkan kerja penetrasi pada gel ikan yang diinduksi pada suhu rendah (H M Moreno et al., 2008). Penggunaan MTGase bersama dengan putih telur dapat membentuk interaksi ikatan silang intermolekul yang stabil sehingga meningkatkan kemampuan pengikatan air gel bahkan dengan pengurangan jumlah garam dan tanpa penambahan fosfat. Meskipun demikian, pemberian perlakuan tambahan ini tidak selalu menghasilkan interaksi yang positif bagi karakteristik produk restrukturisasi. Penggunaan MTGase yang dibarengi dengan penerapan *high pressure* tidak menghasilkan efek yang sinergis. Adanya tekanan justru menurunkan aktivitas MTGase karena menyebabkan perubahan konformasi protein pada MTGase (Beatriz Herranz et al., 2013).

### POTENSI DAN TANTANGAN DI INDONESIA

#### Potensi

Indonesia sebagai negara maritim memiliki sumber daya ikan yang melimpah dan beragam, baik di perairan laut maupun perairan darat. Hal ini memberikan potensi besar untuk melakukan restrukturisasi produk ikan yang beragam dan inovatif.

Berdasarkan laporan dari BPS tahun 2017-2021 (Gambar 1), produksi hasil perikanan Indonesia berkisar antara 0,46 hingga 0,66 juta ton untuk perikanan darat dan 6,42 hingga 7,19 juta ton untuk perikanan laut (Statistik, 2021). Fluktuasi hasil produksi juga cenderung stabil untuk kedua sumber perikanan. Laporan ini



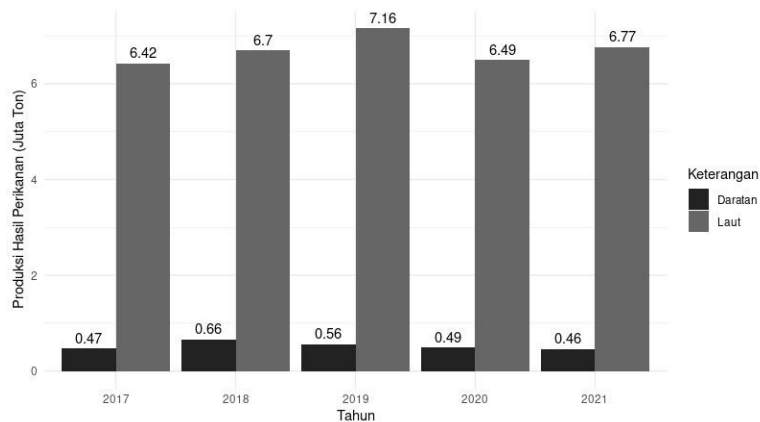
menunjukkan terdapat potensi yang sangat besar dari hasil perikanan di Indonesia terutama hasil perikanan laut. Namun, potensi yang besar ini tidak berbanding lurus dengan kemampuan teknologi di industri (Sari, Widyarani, Sanders, & Heeres, 2021). Selain itu, beberapa jenis ikan yang bernilai rendah (ikan runcah) juga belum dioptimalkan pemanfaatannya (Triyanti & Yusuf, 2018).

Pangan olahan restruktur dari produk perikanan umumnya diproses dari ikan yang memiliki nilai ekonomi rendah melalui proses penyincangan, filet atau produk samping dari spesies ikan non-komersial sehingga teknik pengolahan ini dapat meningkatkan nilai dari ikan tersebut (Fahrettin Gokhun Tokay, Alp, & Yerlikaya, 2021). Perlakuan untuk meningkatkan karakteristik fungsional gelasi dari daging ikan cincang dalam proses restrukturisasi dilakukan selama proses pengolahan (B Herranz et al., 2013). Selain itu, teknologi inovatif telah dikembangkan untuk memenuhi tuntutan ekonomi dan lingkungan dalam pengolahan makanan laut, seperti pengolahan tekanan tinggi, iradiasi, ultrasound, *pulse electric field*, gelombang mikro dan

frekuensi radio, teknologi pengolahan vakum dengan tekanan rendah, dan teknologi inovatif lainnya (Abel, Rotabakk, & Lerfall, 2022). Teknologi ini dapat membantu meningkatkan kualitas dan keamanan produk makanan laut, serta memperpanjang umur simpannya, yang dapat meningkatkan nilai dan daya jualnya.

### Tantangan

Tantangan terbesar bagi pengembangan produk olahan ikan melalui restrukturisasi berasal dari persyaratan sertifikasi, penjaminan mutu, serta pengelolaan limbah. Sertifikasi merupakan persyaratan wajib bagi eksportir produk olahan hasil perikanan Indonesia untuk memastikan diterimanya produk oleh konsumen di negara tujuan. Namun, perusahaan eksportir menghadapi tantangan dalam memenuhi kebutuhan regulasi keamanan pangan yang diberlakukan oleh negara importir. Biaya signifikan yang terkait dengan sertifikasi, seperti biaya audit dan pemenuhan persyaratan yang ditetapkan oleh pihak yang memberi sertifikasi, menjadi hambatan besar bagi eksportir produk seafood Indonesia (Nugroho, Mahjudin, Desembrianita, & Maulydya, 2022). Penerapan



Gambar 1. Produksi Hasil Perikanan Indonesia Berdasarkan Penangkapan (Sumber: Badan Pusat Statistik)

sertifikasi saling terkait dengan permintaan pasar, harapan konsumen, dan aspek internal dan eksternal yang rumit dari perusahaan, terutama proses manajemen rantai pasokan. Faktor internal, termasuk kesesuaian fisik, kualitas, keamanan pangan, dan harga pembelian bahan baku ikan, memainkan peran penting dalam memastikan kontinuitas bisnis di sektor perikanan (Mursit, Wahyono, & Setiawan, 2022).

Indonesia sebagai produsen utama produk *seafood* menghadapi berbagai masalah produk olahan ikan yang mempengaruhi penerimaan di pasar global. Salah satu masalah mutu utama adalah adanya zat berbahaya seperti residu antibiotik, residu antimikroba, logam berat, dan kontaminan lainnya (Ahmad et al., 2022; Khan & Lively, 2020). Beberapa produk olahan makanan laut yang berasal dari Indonesia dilaporkan memiliki residu antimikroba nitrofurantoin pada beberapa produk olahan makanan laut berasal dari Indonesia yang beredar di Amerika Serikat (Khan & Lively, 2020). Meskipun demikian, penelitian yang sama menjelaskan batas residu yang ditemukan masih dalam batas aman untuk dikonsumsi. Penelitian lain menemukan bahwa logam berat seperti timbal dan kadmium terdapat pada beberapa produk olahan ikan dan makanan laut lain di Indonesia, termasuk udang, cumi, dan ikan makarel (Ahmad et al., 2022). Penelitian ini menemukan bahwa kadar logam-logam ini melebihi batas maksimum yang diizinkan oleh pemerintah Indonesia dan WHO.

Kurangnya penanganan dan pengolahan yang tepat juga menjadi masalah mutu pada produk *seafood* Indonesia. Penanganan dan pengolahan yang tidak memadai dapat menyebabkan produk menjadi busuk dan terkontaminasi, mempengaruhi rasa, tekstur, dan penampilan produk. Sebagian besar produk *seafood* di pasar tradisional di Indonesia tidak ditangani atau diproses dengan baik, mengakibatkan tingginya tingkat kontaminasi

bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Nege & Naw, 2020).

Pemrosesan makanan laut menghasilkan limbah sampingan dalam jumlah besar. Banyak bagian ikan seperti kepala, kulit, ekor, potongan fillet, dan jeroan terbuang sia-sia. Bagian ini kaya akan protein, enzim, asam lemak sehat seperti tak jenuh tunggal dan tak jenuh ganda, gelatin, dan kolagen. Menemukan pendekatan yang cocok untuk memanfaatkan aliran samping ini untuk tujuan yang berbeda penting untuk meningkatkan efisiensi kinerja ekonomi dan keberlanjutan akuakultur (Välimaa et al., 2019).

## KESIMPULAN

Restrukturisasi produk olahan ikan memberikan peluang signifikan untuk meningkatkan nilai ekonomi, memenuhi preferensi konsumen, dan menjaga kualitas produk. Berbagai teknik, seperti proses mekanik dan penambahan bahan tambahan pangan, telah digunakan untuk memperbaiki karakteristik tekstur dan fisik ikan serta produk sampingnya. Aplikasi teknologi tekanan tinggi telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan elastisitas dan stabilitas produk restrukturisasi ikan. Melalui restrukturisasi, kandungan gizi ikan termasuk protein dan mikronutrien penting dapat dimaksimalkan yang berkontribusi pada ketahanan pangan global dan keamanan pangan. Selain itu, proses restrukturisasi dapat mengatasi masalah eksploitasi berlebihan pada beberapa spesies ikan dan kurang optimalnya pemanfaatan pada spesies lain sehingga mendorong keberlanjutan dalam industri perikanan. Penelitian dan inovasi berkelanjutan dalam restrukturisasi produk ikan menjadi sangat penting untuk pengembangan produk ikan yang inovatif, berkualitas tinggi, dan ramah konsumen, memberikan manfaat bagi industri perikanan dan kesejahteraan global.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abel, N., Rotabakk, B. T., & Lerfall, J. (2022). Mild processing of seafood—A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 21, pp. 340–370. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12876>
- Ahmad, K., Iqhrammullah, M., Rizki, D. R., Aulia, A., Mairizal, A. Q., Purnama, A., ... Puspita, K. (2022). Heavy Metal Contamination in Aquatic and Terrestrial Animals Resulted from Anthropogenic Activities in Indonesia: A Review. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 19, 1–8. <https://doi.org/10.3233/AJW220049>
- Alves, M. C., Paula, M. M. de O., Costa, C. G. C. da, Sales, L. A., Lago, A. M. T., Pimenta, C. J., & Gomes, M. E. de S. (2021). Restructured Fish Cooked Ham: Effects of the Use of Carrageenan and Transglutaminase on Textural Properties. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(4), 451–461. <https://doi.org/10.1080/10498850.2021.1895942>
- Andrés-Bello, A., Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2013). Effect of Konjac Glucomannan (KGM) and Carboxymethylcellulose (CMC) on some Physico-Chemical and Mechanical Properties of Restructured Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Products. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 133–145. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0765-6>
- Biswas, O., Das, S. K., & Biswas, S. (2016). Restructured fish nuggets from 'Wallago Attu' extended with soy protein isolate. *Journal of Meat Science*. Retrieved from <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:jms&volume=11&issue=2&article=005>
- Cao, L., An, Y., Xiong, S., Li, S., & Liu, R. (2016). Conformational Changes and Kinetic Study of Actomyosin from Silver Carp Surimi with Modified Starch-Sucrose Mixtures during Frozen Storage. *Journal of Food Quality*, 39(1), 54–63. <https://doi.org/10.1111/jfq.12171>
- FAO. (2014). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges*. Rome.
- Fillería, S. F. G., & Tironi, V. A. (2015). Application of amaranth protein isolate and hydrolysate on a reduced salt fish restructured product: antioxidant properties, textural and microbiological effects. *International Journal of Food Science & ...* Retrieved from <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.wiley-ijfs-v-50-i-6-ijfs12777>
- Fogaça, F. H., Sant'Ana, L. S., Lara, J. A. F., Mai, A. C. G., & Carneiro, D. J. (2015). Restructured products from tilapia industry byproducts: The effects of tapioca starch and washing cycles. *Food and Bioprocess Technology*, 94, 482–488. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2014.07.003>
- Hema, K., Shakila, R. J., Shanmugam, S. A. (2016). Functional properties of restructured surimi gel product prepared from low valued short nose white tripod fish (*Triacanthus brevirosterus*). *Journal of Food ...* Retrieved from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163291602>
- Herranz, B, Solo-De-Zaldivar, B., & ... (2013). Obtaining a restructured seafood product from non-functional fish muscle by glucomannan addition: first steps. *Journal of Aquatic Food ...* <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.632114>
- Herranz, Beatriz, Tovar, C. A., Borderias, A. J., & Moreno, H. M. (2013). Effect of high-pressure and/or microbial transglutaminase on physicochemical, rheological and microstructural properties of flying fish

- surimi. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 20, 24–33. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2013.08.010>
- Hicks, C. C., Cohen, P. J., Graham, N. A. J., Nash, K. L., Allison, E. H., D’Lima, C., ... MacNeil, M. A. (2019). Harnessing global fisheries to tackle micronutrient deficiencies. *Nature*, 574(7776), 95–98. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1592-6>
- Khan, M., & Lively, J. A. (2020). Determination of sulfite and antimicrobial residue in imported shrimp to the USA. *Aquaculture Reports*, 18, 100529. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100529>
- Maghsoudi, L., Moosavi-Nasab, M., Abedi, E., & Maleki, S. (2023). Investigation of cryoprotectants-treated surimi protein deterioration during chilled and frozen storage: Functional properties and kinetic modeling. *Food Science and Nutrition*, (June), 1–11. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3510>
- Mendivil, C. O. (2021). Fish Consumption: A Review of Its Effects on Metabolic and Hormonal Health. *Nutrition and Metabolic Insights*, 14. <https://doi.org/10.1177/11786388211022378>
- Moreno, H M, Carballo, J., & ... (2008). Influence of alginate and microbial transglutaminase as binding ingredients on restructured fish muscle processed at low temperature. *Journal of the Science of ...* <https://doi.org/10.1002/jsfa.3245>
- Moreno, Helena M., Herranz, B., Pérez-Mateos, M., Sánchez-Alonso, I., & Borderías, A. J. (2016). New Alternatives in Seafood Restructured Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(2), 237–248. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.719942>
- Mursit, A., Wahyono, A., & Setiawan, Y. (2022). Strategi Peningkatan Ekspor Produk Kelautan Dan Perikanan Ke Pasar Eropa. *Jurnal Manajemen*, 6(2), 9–24. <https://doi.org/10.54964/manajemen.v6i2.200>
- Nege, A. S., & naw, sin W. A. R. (2020). Pathogenic food-borne bacteria in Shellfish and shrimp from the largest traditional seafood market in Surabaya, Indonesia. *Research Article*. Retrieved from [https://www.academia.edu/43414520/Pathogenic\\_food\\_borne\\_bacteria\\_in\\_Shellfish\\_and\\_shrimp\\_from\\_the\\_largest\\_traditional\\_seafood\\_market\\_in\\_Surabaya\\_Indonesia](https://www.academia.edu/43414520/Pathogenic_food_borne_bacteria_in_Shellfish_and_shrimp_from_the_largest_traditional_seafood_market_in_Surabaya_Indonesia)
- Nugroho, K. C., Mahjudin, Desembrianita, E., & Mauldyda, F. D. (2022). Challenges and Obstacles of International Certification for Seafood Exporters in Indonesia. *International Journal of Economics, Business and Management Research*, 06(08), 166–181. <https://doi.org/10.51505/ijebmr.2022.6812>
- Park, J. W., Ooizumi, T., & Hunt, A. L. (2013). Ingredient Technology for Surimi and Surimi Seafood. In J. W. Park (Ed.), *Surimi and Surimi Seafood* (pp. 453–491). London: CRC Press.
- Ramírez, J. A., Ángel, A., Uresti, R. M., & ... (2007). Low-salt restructured fish products using low-value fish species from the gulf of Mexico. *International Journal ...* <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01336.x>
- Sari, Y. W., Widyanani, Y. W., Sanders, J. P. M., & Heeres, H. J. (2021). The protein challenge: matching future demand and supply in Indonesia. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 15(2), 341–356. <https://doi.org/10.1002/bbb.2176>
- Shi, J., Luo, Y., Shen, H., & Li, Z. (2014). Gel properties of surimi from silver carp

- (Hypophthalmichthys molitrix): Effects of whey protein concentrate, CaCl<sub>2</sub>, and setting condition. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23(5), 489–497. <https://doi.org/10.1080/10498850.2012.729257>
- Statistik, B. P. (2021). Produksi Perikanan Tangkap menurut Jenis Penangkapan (Ton). Retrieved from <https://www.bps.go.id/indicator/56/1506/2/produksi-perikanan-tangkap-menurut-jenis-penangkapan.html>
- Télliez-Luis, S. J., Uresti, R. M., Ramírez, J. A., & ... (2002). Low-salt restructured fish products using microbial transglutaminase as binding agent. *Journal of the ...* <https://doi.org/10.1002/jsfa.1132>
- Tokay, F G, Alp, A. C., & Yerlikaya, P. (2022). RSM Based Process Variables Optimization of Restructured Fish Meat. *Journal of Aquatic Food Product ...* <https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2108359>
- Tokay, Fahrettin Gokhun, Alp, A. C., & Yerlikaya, P. (2021). Production and shelf life of restructured fish meat binded by microbial transglutaminase. *LWT*, 152, 112369. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112369>
- Triyanti, R., & Yusuf, R. (2018). Nilai Ekonomi Ikan Rucah Bagi Nelayan Di Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 4(2), 53–60. <https://doi.org/10.15578/marina.v4i2.7402>
- Uresti, R. M., Velazquez, G., Ramírez, J. A., Vázquez, M., & Torres, J. A. (2004). Effect of high-pressure treatments on mechanical and functional properties of restructured products from arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(13), 1741–1749. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1876>
- Välilmaa, A. L., Mäkinen, S., Mattila, P., Marnila, P., Pihlanto, A., Mäki, M., & Hiidenhovi, J. (2019). Fish and fish side streams are valuable sources of high-value components. *Food Quality and Safety*, 3(4), 209–226. <https://doi.org/10.1093/FQSAFE/FYZ024>
- 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>
- Zhang, F., Fang, L., Wang, C., Shi, L., Chang, T., Yang, H., & Cui, M. (2013). Effects of starches on the textural, rheological, and color properties of surimi-beef gels with microbial transglutaminase. *Meat Science*, 93(3), 533–537. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.013>