

4. POTENSI GELATIN IKAN SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI GELATIN SAPI DAN BABI

Gelatin merupakan produk yang diperoleh dari proses hidrolisis kolagen pada komponen protein utama dalam jaringan ikat putih, kulit, dan tulang hewan, termasuk ikan dan unggas dengan menggunakan asam, basa, atau enzim (Gelatin Manufacturers Institute of America, 2012). Aplikasi gelatin sudah cukup meluas dalam berbagai industri, seperti industri farmasi, pangan, fotografi, dan kosmetika. Dalam bidang pangan sendiri gelatin dapat berfungsi sebagai pengemulsi, pengendap, pengental, pengikat, penstabil, pengisi, pembentuk gel, dan pemer kaya gizi (Sugihartono et al., 2019). Gelatin hanya dapat ditemukan pada jaringan yang mengandung kolagen, karena hidrokoloid gelatin merupakan protein yang berasal dari turunan kolagen (Sugihartono et al., 2019). Produksi gelatin di dunia mencapai 326.000 ton/tahun (Suptijah et al., 2014), menandakan bahwa gelatin menjadi produk yang cukup diminati.

Gelatin sapi dan babi banyak digunakan dalam pembuatan makanan karena sumbernya yang tersedia cukup banyak (Hafidz et al., 2011), sehingga sapi dan babi dijadikan sebagai sumber utama dalam memproduksi gelatin. Produksi gelatin yang berasal dari bahan baku kulit babi dapat mencapai 44%, kulit sapi 28%, tulang sapi 27%, dan sumber lainnya 1% dengan total produksi dunia yang mencapai 326.000 ton (Haug & Draget, 2009). Namun mayoritas penduduk di Indonesia merupakan masyarakat beragama Islam sehingga tidak diperbolehkan untuk mengonsumsi gelatin yang berasal dari babi, sedangkan masyarakat yang beragama Hindu juga tidak diperbolehkan mengonsumsi gelatin yang berasal dari sapi. Selain itu juga adanya kemungkinan pada beberapa kelompok orang yang dapat mengalami alergi terhadap gelatin sapi dan babi seperti dalam penelitian Bogdanovic et al. (2009). Sehingga diperlukan untuk mencari sumber gelatin yang lain, seperti ikan.

Ikan berpotensi menjadi alternatif sumber gelatin karena protein ikan terdapat asam amino glisin, prolin, dan hidroksiprolin yang merupakan asam amino yang selalu terdapat pada semua gelatin (Sugihartono et al., 2019), serta memiliki potensi menghasilkan gelatin dengan kekuatan gel dan viskositas yang cukup tinggi (Boran & Regenstein, 2010). Selain itu tingginya limbah ikan berupa tulang dan kulit dapat mencemari lingkungan, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut pada limbah ikan agar lebih berguna dan tidak mencemari lingkungan. Kualitas gelatin dapat dilihat melalui nilai fisikokimia yang dipengaruhi oleh spesies atau jaringan yang diekstraksi dan juga metode yang digunakan (See et al., 2010). Jenis ikan yang digunakan sebagai bahan baku dapat mempengaruhi kualitas gelatin yang dihasilkan, termasuk dimana habitat ikan tersebut berada (Fadilla et al., 2019).

4.2. Kualitas Gelatin Ikan

Kualitas gelatin dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis bahan baku yang digunakan, kondisi penyimpanan dan kesegaran bahan baku, komposisi asam amino pada kolagen, kondisi proses ekstraksi, serta kondisi distribusi gelatin (Boran & Regenstein, 2010). Jika dibandingkan dengan gelatin mamalia, gelatin ikan memiliki kandungan asam amino prolin dan hidroksiprolin lebih rendah yang dapat mempengaruhi sifat reologi dari gelatin yang dihasilkan, namun gelatin dari spesies ikan air hangat seperti ikan nila, ikan tuna, dan ikan mas hitam memiliki kandungan asam amino yang serupa dengan gelatin yang berasal dari babi dan kulit sapi (Derkach et al., 2020). Setiap ikan membutuhkan suhu lingkungannya masing-masing agar dapat bisa hidup, karena suhu penting untuk memahami interaksi antara kebutuhan nutrisi dan fisiologis spesies ikan yang dibudidayakan dan keterbatasannya untuk mencapai pertumbuhan dan produksi (Bowyer et al., 2013). Jenis ikan air dingin, seperti ikan salmon (*Salmo salar*), ikan halibut atlantik (*Hippoglossus hippoglossus*), ikan cod atlantik (*Gadus morhua*), dan ikan turbot (*Scophthalmus maximus*) memiliki suhu pertumbuhan yang optimum pada 5-17°C, sedangkan suhu pertumbuhan optimum jenis ikan hangat, yaitu $\geq 25^{\circ}\text{C}$ (Bowyer et al., 2013).

Pada hasil penelitian Masirah (2018) membandingkan karakteristik antara gelatin tulang ikan bandeng dengan gelatin sapi, yang dimana pada gelatin ikan memiliki sifat fisiko-kimia lebih rendah dibandingkan dengan gelatin sapi, namun karakteristik dari gelatin ikan masih berada pada batas standar yang menandakan bahwa gelatin ikan memiliki potensi untuk dapat digunakan. Pada penelitian Leuenberger (1991), gelatin ikan memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin mamalia. Hal ini berpengaruh karena viskositas gelatin yang tinggi menghasilkan laju pelelehan dan pembentukan gel yang lebih tinggi dibandingkan gelatin yang viskositasnya rendah (Choi & Regenstein, 2000). Berikut merupakan standar gelatin secara umum menurut Badan Standarisasi Nasional (1995) dan GMIA (2019) :

Tabel 8. Standar Gelatin

| Parameter | SNI | GMIA |
|-------------------------------|--------|-----------|
| Kadar protein (%) | - | - |
| Kadar air (%) | < 16 | 9 - 12 |
| Kadar abu (%) | < 3,25 | 0,3 - 2,0 |
| pH | < 6 | 3,8 - 5,5 |
| Viskositas (cP) | - | 1,5 - 7,5 |
| Kekuatan gel (<i>Bloom</i>) | 75-250 | 50 - 300 |

Keterangan :

SNI = Standar Nasional Indonesia

GMIA = *Gelatin Manufacturers Institute of America*

4.2.1. Rendemen

Rendemen merupakan hasil dari proses ekstraksi pada bahan baku yang berupa gelatin kering dalam keadaan bersih (Sugihartono et al., 2019). Parameter yang dapat menilai tingkat efektivitas dari produksi gelatin dari proses perendaman asam, basa, atau

hidrolisis termal dilakukan dengan menghitung rendemen gelatin yang dihasilkan (Hardikawati et al., 2016). Semakin besar persentase gelatin yang dihasilkan, maka perlakuan yang telah digunakan juga semakin efisien dan efektif (Wulandari et al., 2013). Rendemen gelatin dapat dicari melalui perhitungan dengan cara perbandingan antara berat tepung gelatin kering yang dihasilkan dengan berat awal (bahan baku yang sudah dicuci bersih) (Jaziri et al., 2019).

Menurut penelitian Zulkifli & Yusuf (2014), peningkatan jumlah rendemen dapat disebabkan karena bertambahnya jumlah asam-asam organik yang diduga dapat membantu penyediaan jumlah ion asam (H^+), ion asam berperan dalam memecah ikatan heliks kolagen yang terdapat di dalam matriks tulang pada saat perendaman. Namun jumlah rendemen dapat menjadi berkurang ketika konsentrasi asam terlalu tinggi dan waktu perendaman yang terlalu lama, karena kedua hal tersebut dapat menyebabkan *ossein* yang dihasilkan menjadi sangat lunak dan hancur sehingga saat proses penetralan banyak *ossein* yang hilang (Pertiwi et al., 2018). Oleh karena itu, diperlukan penggunaan konsentrasi pelarut dan waktu yang tepat untuk melakukan ekstraksi gelatin.



A

B

Gambar 7. Rendemen Gelatin Ikan

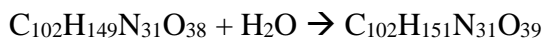
Keterangan : A = Ikan tuna (Ningrum et al., 2020) ; B = Ikan patin (Nasution et al., 2018)

Proses pembuatan gelatin melalui tahap demineralisasi dan ekstraksi yang dimana hasil akhirnya berupa rendemen. Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan kalsium dan garam-garam mineral yang terdapat di dalam sampel, seperti kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dan kalsium karbonat (CaCO_3). Proses demineralisasi menyebabkan terjadinya penggembungan yang dapat melepas material-material tidak diinginkan (Zhou & Regenstein, 2005) dan dihasilkan tulang lunak (*ossein*). Penggembungan diakibatkan karena putusannya ikatan silang antar rantai polipeptida kolagen dan putusannya beberapa ikatan pada rantai polipeptida. Dengan hilangnya daya ikatan, air hangat mampu berpenetrasi secara efektif ke dalam matriks (Nasution et al., 2018).

Berikut merupakan reaksi yang dapat terjadi pada proses demineralisasi dengan menggunakan pelarut asam fosfat (Schrieber & Gareis, 2007) :



Kalsium fosfat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ yang berada di dalam matriks tulang berinteraksi dengan asam fosfat sehingga kolagen dapat terbebas dari matriks tersebut. Mineral kalsium fosfat membentuk senyawa dikalsium fosfat (CaHPO_4) dan kalsium dihidrogen fosfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) yang lebih larut dalam air (Fauzziyah, 2017). Kadar asam yang tepat dan interaksi asam dengan tulang yang semakin lama akan meningkatkan berat *ossein* dan meningkatkan nilai rendemen. Hasil proses demineralisasi kemudian dilanjutkan pada proses hidrolisis untuk memecah molekul air (H_2O) menjadi kation hidrogen (H^+) dan anion hidroksida (OH^-). Proses ini digunakan untuk memecah polimer kolagen yang merupakan ikatan tropokolagen menjadi gelatin melalui hidrolisis (Rosalina et al., 2018). Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



(Kolagen) (Air) (Gelatin)

Setiap jenis asam memiliki karakteristik yang berbeda, seperti asam sitrat yang memiliki daya ionisasi lebih besar dibandingkan asam asetat karena memiliki beberapa grup molekul terionisasi yaitu ion H^+ yang reaktif pada struktur molekulnya yang terdiri dari tiga karboksilat (Vančik, 2014). Hal ini menyebabkan asam sitrat lebih banyak memotong ikatan rantai gugus karboksil dan amida dalam molekul kolagen (Suryanti et al., 2018).

Berdasarkan Tabel 10., jumlah rendemen paling tinggi berasal dari kulit ikan patin yang diteliti oleh Pradarameswari et al. (2017) dengan nilai 24,65% dan jenis asam yang digunakan untuk mengekstraksi adalah asam klorida. Pada penelitian Mirzapour-Kouhdasht et al. (2020) yang mengekstraksi kulit ikan tenggiri dengan menggunakan jenis asam yang sama, yaitu asam klorida, menghasilkan nilai rendemen yang cukup berbeda jauh yaitu 18,71%. Hal ini dapat disebabkan karena suhu dan konsentrasi asam yang digunakan juga berbeda, yang dimana pada penelitian Pradarameswari et al. (2017) menggunakan suhu ekstraksi $55^{\circ}C$ selama 1 jam, sedangkan penelitian Mirzapour-Kouhdasht et al. (2020) menggunakan suhu ekstraksi $70,71^{\circ}C$ selama 6 jam 15 menit. Hal ini dapat disebabkan karena suhu yang terlalu tinggi dan waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat menimbulkan hidrolisis lanjutan, sehingga sebagian gelatin juga terdegradasi dan menyebabkan turunnya jumlah nilai gelatin (Wulandari et al., 2013).

4.2.2. Derajat Keasaman (pH)

Salah satu parameter penentu kualitas gelatin adalah derajat keasaman atau pH. Pengukuran nilai pH menjadi suatu hal yang penting dalam gelatin, karena dapat mempengaruhi sifat-sifat gelatin seperti kekuatan gel dan viskositas (Renol et al., 2018). Terdapat perbedaan pH pada masing-masing gelatin ikan, hal ini dapat disebabkan karena perbedaan jenis dan kekuatan asam yang digunakan pada proses pembuatan gelatin (Trilaksani et al., 2012). Menurut penelitian C. Santoso et al (2015), semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan saat proses pembuatan gelatin maka

dapat membuat kekuatan gel menurun, karena terjadi hidrolisis lanjutan pada kolagen yang menyebabkan ikatan kovalen yang menghubungkan asam amino satu dengan yang lainnya akan terputus, sehingga berat molekul kolagen menjadi kecil dan rantai asam amino menjadi pendek mengakibatkan kekuatan gel menurun.

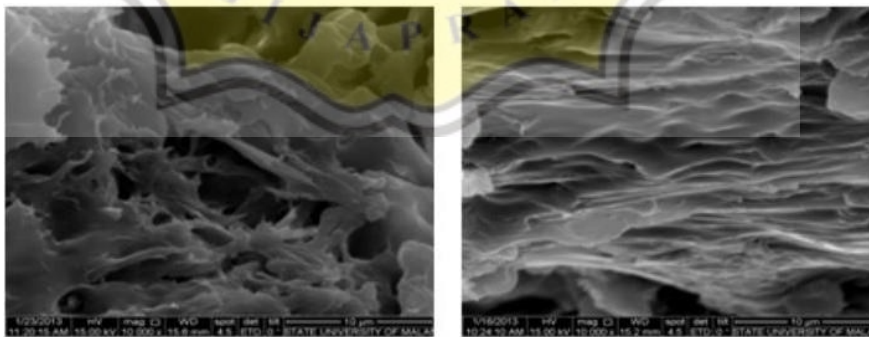
Berdasarkan Tabel 10., pH terendah dan tertinggi berasal dari kulit ikan patin, nilai terendah sebesar 2,5 yang menggunakan jenis asam klorida (Saputra et al., 2015) dan tertinggi sebesar 6,7 yang menggunakan jenis asam sitrat (Peranginangin et al., 2004). Asam klorida termasuk ke dalam jenis asam mineral sedangkan asam sitrat termasuk ke dalam jenis asam organik, tingkat keasaman jenis asam organik lebih rendah dibandingkan dengan asam mineral (Kesuma et al., 2018). Nilai pH yang rendah dapat juga disebabkan karena pencucian dengan air secara berulang setelah proses perendaman dan tidak dapat mengeluarkan semua asam dalam jaringan kolagen ikan sehingga terdapat sisa asam yang terbawa (Trilaksani et al., 2012). Standar pH gelatin menurut Badan Standardisasi Nasional (1995) yaitu maksimal 6, sedangkan menurut GMIA (2019) memiliki rentang antara 3,8 - 5,5. Nilai pH ikan pada Tabel 10 bervariasi, jika sesuai dengan standar Badan Standardisasi Nasional (1995), semua nilai gelatin ikan pada tabel 9 sudah sesuai dengan standar. Namun jika sesuai dengan standar GMIA (2019), pH yang cukup optimum dalam data tabel 10 berasal dari ikan tuna, ikan lele, dan ikan patin.

4.2.3. Kekuatan gel

Kekuatan gel pada gelatin dapat menentukan penggunaan dari gelatin, sehingga dijadikan sebagai sifat yang penting dalam gelatin. Kekuatan gel juga merupakan gaya untuk menghasilkan deformasi tertentu (Pertiwi et al., 2018). Variasi konsentrasi asam pereaksi dapat mempengaruhi kekuatan gel gelatin yang dihasilkan. Pada proses perendaman dengan asam, terjadi pemutusan rantai peptida pada struktur kolagen yang menyebabkan pita protein memendek dan berat molekul menjadi berkurang. Berkurangnya berat molekul menunjukkan bahwa semakin pendek rantai asam amino

pembentuk gel (C. Santoso et al., 2015). Berat molekul dan kekuatan gel berbanding lurus, semakin besar berat molekul maka semakin tinggi nilai kekuatan gelnya (Hardikawati et al., 2016).

Berdasarkan Tabel 10., kekuatan gel yang paling besar berasal dari penelitian Pertiwi et al. (2018) yang meneliti ikan patin dengan nilai kekuatan gel sebesar 364,19 *bloom*. Terdapat perbedaan larutan pengeksrak dan proses yang digunakan pada masing-masing penelitian. Pada penelitian ikan tuna (Hapsari et al., 2017) dan ikan patin (Pertiwi et al., 2018) menggunakan larutan asam sitrat, sedangkan ikan tenggiri (Ittaqi et al., 2020) menggunakan asam klorida dan ikan lele (Yang, Wang, Jiang, et al., 2007) menggunakan natrium hidroksida dan asam asetat. Penelitian gelatin ikan patin memiliki kekuatan gel yang sangat tinggi dikarenakan pada saat proses ekstraksi, konsentrasi gelatin yang digunakan lebih pekat disebabkan oleh gelatin yang telah diekstraksi disaring dengan kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam *refrigerator* sampai gelatin cair telah membentuk gel (Pertiwi et al., 2018). Perbedaan kekuatan gel pada masing-masing ikan dapat terjadi, karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perbedaan jenis ikan, kandungan asam amino ikan, habitat ikan, dan metode ekstraksi yang digunakan (Ittaqi et al., 2020).



Gambar 8. Scanning Electron Microscopy (SEM) gelatin ikan (Ratnasari & Firlianty, 2016)

Keterangan : Kiri = gelatin ikan lele dan Kanan = gelatin ikan patin dengan perbesaran 10.000x

Berdasarkan Gambar 8., ikan patin memiliki struktur gelatin yang lebih padat dengan untaian yang cukup tebal serta rongga yang lebih kecil dibandingkan dengan gelatin ikan lele, hal ini menunjukkan bahwa sifat reologi, seperti kekuatan gel dari ikan patin lebih baik dibandingkan dengan ikan lele. Nilai kekuatan gel sebesar 364,19 *bloom* pada penelitian Pertiwi et al. (2018) melebihi batas maksimal dari standar SNI (Badan Standarisasi Nasional, 1995) dan GMIA (2019), yang dimana dalam SNI maksimal 250 *bloom* dan GMIA maksimal 300 *bloom*. Menurut penelitian Y. D. Rahmawati & Hasdar (2017), nilai kekuatan gel yang melebihi 300 *bloom* akan membuat gelatin menjadi lebih kaku dan keras, sedangkan kekuatan gel yang kurang dari 50 *bloom* akan membuat gelatin menjadi sulit untuk membentuk gel. Kekuatan gel gelatin ikan umumnya berada pada tingkat gelatin *bloom* sedang (150 – 220 *bloom*). Berdasarkan Tabel 10., kekuatan gel yang memiliki tingkat gelatin *bloom* sedang serta memenuhi standar SNI dan GMIA berasal dari ikan tuna (Hapsari et al., 2017 dan Nurilmala et al., 2006), ikan patin (Peranginangin et al., 2004), dan ikan lele (W. et al., 2016 ; See et al., 2013 ; Yang, Wang, Regenstein, et al., 2007 ; Yang et al., 2008).

4.2.4. Viskositas

Viskositas merupakan parameter kualitas gelatin yang cukup penting, karena pengukuran viskositas dapat mengetahui derajat kekentalan suatu larutan (C. Santoso et al., 2015). Nilai viskositas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konsentrasi asam yang digunakan pada proses pembuatan gelatin dan nilai kadar air. Kadar air yang tinggi pada gelatin akan menurunkan nilai viskositas, karena gel dari gelatin akan sulit untuk dapat mengental (Dewi & Hasdar, 2017). Jika suhu yang digunakan pada saat proses ekstraksi gelatin terlalu tinggi, maka dapat menurunkan nilai viskositas yang disebabkan oleh hidrolisis lanjutan pada kolagen yang telah menjadi gelatin sehingga akan memutuskan rantai asam amino yang menyebabkan viskositas menjadi rendah (Wulandari et al., 2013).

Berdasarkan Tabel 10., nilai viskositas bervariasi pada berbagai jenis ikan. Nilai viskositas tertinggi berasal dari kulit ikan tuna yang bernilai 104,2 cP (Nurilmala et al., 2017), sedangkan terendah berasal dari kulit ikan lele yang bernilai 1,78 cP (See et al., 2013). Viskositas dapat dipengaruhi oleh bobot molekul gelatin, yang dimana semakin tinggi bobot molekul dari gelatin maka nilai viskositasnya juga semakin tinggi (Boran & Regenstein, 2010). Bobot molekul pada gelatin kulit ikan lele sebesar 97,4 kDa, sedangkan pada gelatin kulit ikan tuna sebesar 127,70 kDa. Gelatin kulit ikan lele memiliki bobot molekul lebih rendah dibandingkan dengan ikan tuna, sehingga mempengaruhi nilai dari viskositas yang dimana nilai viskositas gelatin ikan tuna lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin ikan lele. Standar viskositas yang ditetapkan oleh GMIA (2019) yaitu 1,5 – 7,5 cP. Viskositas gelatin yang rendah akan menghasilkan gelatin yang mudah rapuh, sedangkan viskositas gelatin yang lebih tinggi akan menghasilkan gelatin yang lebih kuat (Fadilla et al., 2019). Berdasarkan Tabel 10., nilai viskositas tertinggi namun tetap berada pada batas standar yaitu berasal dari gelatin tulang ikan tuna dengan nilai sebesar 6,8 cP (Nurilmala et al., 2006).

4.2.5. Kadar Protein

Gelatin merupakan salah satu jenis protein konversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen, sehingga tentunya memiliki kadar protein yang tinggi (Pertiwi et al., 2018). Nilai kadar protein pada gelatin dapat bervariasi karena tergantung pada kandungan kolagen serta kerentanan bahan untuk dapat terhidrolisis (Saputra et al., 2015). Tingginya kadar protein menandakan bahwa kualitas gelatin yang dihasilkan juga baik (Oktaviani et al., 2017). Proses pembuatan gelatin yang kurang tepat dapat mempengaruhi protein pada gelatin, seperti penggunaan asam yang dapat menyebabkan perubahan pH secara ekstrem sehingga protein mengalami denaturasi yang dapat mengubah sifat fisika-kimia protein (Natsir & Latifa, 2018). Perbedaan jenis asam yang digunakan dan suhu ekstraksi dapat mempengaruhi kadar protein pada masing-masing gelatin (Safitri et al., 2019). Pemanasan dengan suhu yang terlalu tinggi

dan adanya penambahan asam yang bersifat kuat akan menyebabkan struktur protein menjadi mudah rusak (Triyono, 2010).

Berdasarkan Tabel 10., kadar protein pada ke 4 jenis ikan bervariasi. Gelatin kulit ikan patin memiliki kadar protein yang paling tinggi, yaitu 97,71% (Nasution et al., 2018), kemudian kadar protein tertinggi dari ikan tenggiri sebesar 90,98% (Mirzapour-Kouhdasht et al., 2020), sedangkan pada ikan lele sebesar 81,75% (Sanaei et al., 2013), dan pada ikan tuna sebesar 80,90% (Masrukan & Santoso, 2016). Jika berdasarkan kandungan gizi pada masing-masing ikan, kandungan protein setiap ikan yaitu pada ikan tuna sebesar 24,4 g per 100 g, ikan tenggiri 19 g per 100 g, ikan patin 17 g per 100 g, dan ikan lele 16,38 g per 100 g. Namun pada data Tabel 9., gelatin ikan patin memiliki kadar protein tertinggi sedangkan gelatin ikan tuna memiliki kadar protein terendah.

Pada penelitian Nasution et al (2018), ikan patin diberikan perlakuan dengan direndam menggunakan asam sulfat selama 12 jam kemudian diekstraksi dengan suhu 60°C. Sedangkan pada penelitian Masrukan & Santoso (2016), ikan tuna diberikan perlakuan dengan direndam asam klorida selama 72 jam kemudian diekstraksi dengan suhu 80°C. Ikan tuna menggunakan asam klorida yang merupakan jenis asam yang lebih kuat dibandingkan dengan asam sulfat yang digunakan pada ikan patin, selain itu suhu ekstraksi yang digunakan pada ikan tuna juga lebih tinggi sehingga protein lebih mudah rusak. Hal ini yang dapat memungkinkan kadar protein gelatin ikan patin lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin ikan tuna.

4.2.6. Kadar Air

Kadar air pada gelatin menjadi salah satu parameter yang cukup penting, karena air dalam produk pangan dapat menentukan kesegaran dan daya tahan bahan tersebut yang berpengaruh pada ketengikan serta reaksi non-enzimatis yang dapat menimbulkan perubahan sifat organoleptik (Agustini et al., 2020). Nilai kadar air yang berbeda-beda

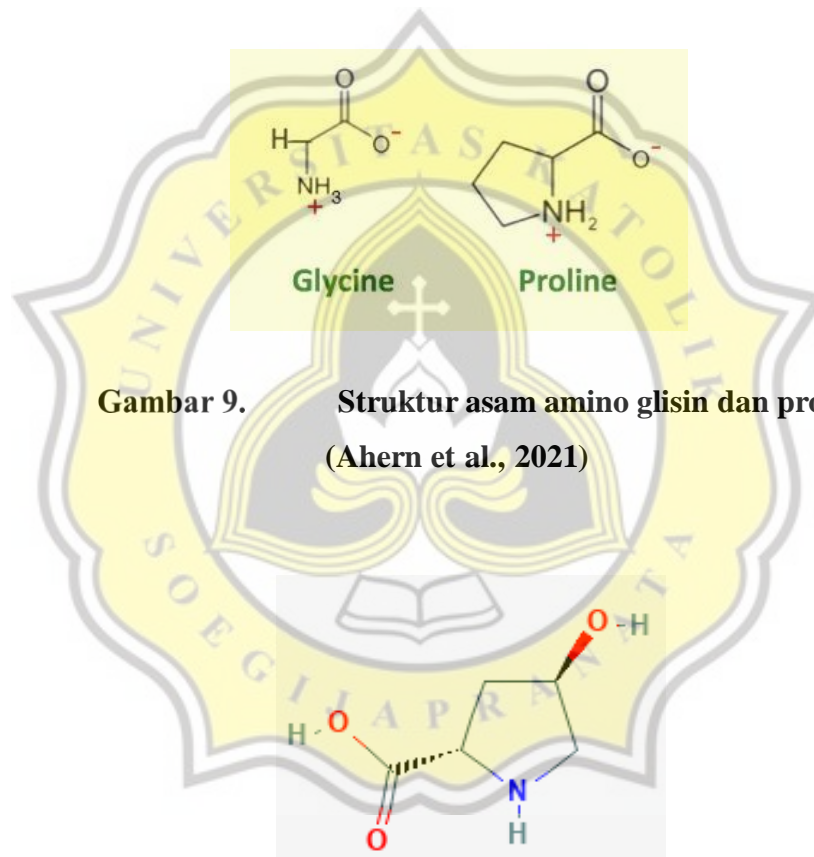
pada setiap gelatin dapat dipengaruhi oleh pengaruh waktu dan suhu pengeringan saat proses pembuatan gelatin (C. Santoso et al., 2015). Semakin tinggi kadar air maka dapat menurunkan daya tahan gelatin dari serangan mikroba, sehingga membuat gelatin menjadi cepat rusak. Menurut standar Badan Standarisasi Nasional (1995) nilai maksimal kadar air pada gelatin adalah 16%, sedangkan menurut GMIA (2019) standar kadar air pada gelatin adalah 9-12%. Berdasarkan Tabel 10., kadar air tertinggi berasal dari kulit ikan tenggiri sebesar 26,89% (Adiningsih & Purwanti, 2015), sedangkan terendah berasal dari tulang ikan lele sebesar 3,7% (W. Yenita et al., 2016). Perbedaan nilai kadar air pada gelatin dapat dipengaruhi oleh waktu dan suhu yang tidak merata (Adiningsih & Purwanti, 2015). Gelatin ikan tenggiri pada penelitian Adiningsih & Purwanti (2015) dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C, sedangkan gelatin ikan lele pada penelitian W. Yenita et al. (2016) dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C. Suhu pengeringan yang semakin tinggi dapat lebih mengurangi kadar air pada gelatin.

4.3. Perbandingan gelatin ikan dengan gelatin sapi dan babi

Sapi dan babi merupakan sumber utama dari produksi gelatin, karena sumbernya yang tersedia cukup banyak sehingga mudah diperoleh. Karakteristik gelatin, baik itu yang berasal dari sapi, babi, ataupun ikan dapat dipengaruhi oleh komposisi asam amino pada masing-masing sumber (Hafidz et al., 2011). Gelatin yang berasal dari kulit babi, kulit sapi, dan tulang sama-sama memiliki asam amino sebanyak 19 jenis, namun yang membedakan adalah komposisinya yang dimana komposisi asam amino paling dominan adalah glisin, prolin, dan hidroksi-prolin (Sugihartono et al., 2019). Glisin, prolin, dan hidroksiprolin merupakan jenis asam amino non esensial (Elfita, 2015), yang dimana hidroksiprolin merupakan asam amino hasil proses hidroksilasi dari asam amino prolin (HMDB, 2020).

Asam amino glisin merupakan asam amino alami paling sederhana dengan rumus kimia $C_2H_5NO_2$. Glisin termasuk dalam klasifikasi asam amino yang bersifat netral,

non-polar (hidrofobik), non-esensial dan memiliki rantai samping terbuka sehingga tergolong asam amino alifatik, sedangkan prolin merupakan asam amino non-polar, struktur kimianya merupakan heterosiklik, tergolong asam amino non-esensial dan memiliki pH netral (Rahayu et al., 2014). Hidroksiprolin termasuk ke dalam asam amino non-esensial dan didapatkan dari hasil modifikasi prolin yang dikatalisis oleh enzim prolil-4-hidroksilase (P4H) (Afifah, 2016) dan memiliki rumus kimia $C_5H_9NO_3$.



Gambar 9. Struktur asam amino glisin dan prolin
(Ahern et al., 2021)

Gambar 10. Struktur asam amino hidroksiprolin
(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>)

Komposisi asam amino dalam gelatin bervariasi tergantung pada sumber kolagen tersebut, spesies hewan penghasil, dan jenis kolagen (Astiana et al., 2016). Berikut merupakan komposisi asam amino yang berasal dari sapi, babi, dan ikan (g / 100g).

Tabel9. Komposisi asam amino gelatin sapi, babi, dan ikan

| Jenis gelatin | Jenis asam amino | | | Referensi |
|---------------|------------------|--------|----------------|---|
| | Glisin | Prolin | Hidroksiprolin | |
| Sapi | 26,90 | 14,80 | 14 | Gelatin Manufacturers Institute of America (2012) |
| Babi | 26,40 | 16,20 | 13,50 | Gelatin Manufacturers Institute of America (2012) |
| Ikan Tuna | 22,40 | 19,60 | 6,35 | S. Jamili et al. (2016) |
| Ikan Tenggiri | 18,41 | 9,13 | 7,40 | Gunawan et al. (2017) |
| Ikan Patin | 23,34 | 11,70 | 6,31 | FatemeH Mahmoodani et al. (2014) |
| Ikan Lele | 21,20 | 9 | 5,30 | Sanaei et al. (2013) |

Komposisi asam amino glisin, prolin, dan hidroksiprolin pada masing-masing gelatin akan mempengaruhi sifat reologi dari gelatin. Gelatin dengan kandungan asam amino glisin, prolin, dan hidroksiprolin yang tinggi akan memiliki kekuatan gel yang tinggi juga (Boran & Regenstein (2010); Siregar & Suprayitno (2019)), karena asam amino tersebut memberikan kestabilan pada struktur molekul kolagen *triple helix* melalui ikatan hidrogen antara molekul air bebas dan gugus hidroksil dari asam amino dalam gelatin (Sugihartono et al., (2019) ; Balti et al., (2011)).

Berdasarkan Tabel 9., jenis asam amino glisin tertinggi berasal dari sapi sebesar 26,90 g (Gelatin Manufacturers Institute of America, 2012), sedangkan terendah berasal dari ikan tenggiri sebesar 18,41 g (Gunawan et al., 2017). Pada jenis asam amino prolin nilai tertinggi berasal dari ikan tuna sebesar 19,60 g (S. Jamili et al., 2016), sedangkan terendah berasal dari ikan lele sebesar 9 g (Sanaei et al., 2013). Nilai tertinggi dari jenis asam amino hidroksiprolin berasal dari sapi yaitu sebesar 14 g, sedangkan terendah berasal dari ikan lele sebesar 5,30 g. Berdasarkan Tabel 11., gelatin sapi memiliki kekuatan gel yang paling besar, yaitu 323,40 g *bloom* sedangkan gelatin babi sebesar 134,77 g *bloom*. Hal ini dapat terjadi karena komposisi asam amino glisin, prolin, dan hidroksiprolin pada sapi dan babi yang cukup tinggi, sehingga nilai kekuatan gel-nya juga semakin besar. Namun jika dilihat pada tabel 11, nilai kekuatan gel pada ikan juga cukup baik karena sudah memenuhi standar GMIA (2019). Gelatin dari ikan dapat memiliki kualitas yang setara dengan gelatin mamalia apabila pengolahannya tepat dan akurat (Hermanto, 2014).

Viskositas gelatin merupakan parameter yang penting untuk diketahui karena dapat menentukan kelayakan penggunaan gelatin (Sugihartono et al., 2019), sehingga nilai viskositas gelatin yang tinggi lebih disukai. Namun nilai viskositas tetap memiliki standar GMIA (2019), yaitu 1,5 – 7,5 cP. Pada Tabel 11., nilai viskositas ikan berada pada rentang 3,10 – 6,80 cP yang menunjukkan sudah sesuai dengan standar dan bahkan setara dengan gelatin sapi dan babi. Gelatin merupakan salah satu jenis protein konversi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen (Pertiwi et al., 2018), yang dimana juga merupakan protein yang larut dan memiliki sifat sebagai *gelling agent* (bahan pembuat gel) atau sebagai *non gelling agent* (Fety Nurrachmawati, 2015). Sehingga tentunya kadar protein pada gelatin juga cukup tinggi. Pada SNI (1995) ataupun GMIA (2019) tidak terdapat standar kadar protein, namun menurut Oktaviani et al. (2017) tingginya kadar protein menandakan bahwa kualitas gelatin yang dihasilkan juga baik. Berdasarkan Tabel 11., kadar protein ikan berada pada rentang

26,02 – 87,30%, sedangkan kadar protein sapi dan babi pada rentang 84,24 – 95,86%. Jika dibandingkan antara keseluruhan kadar protein gelatin ikan dengan gelatin sapi dan babi memang cukup berbeda jauh, namun hal ini dapat diatasi dengan lebih memerhatikan perlakuan yang diberikan pada pembuatan gelatin ikan, dikarenakan protein dapat rusak ketika berada pada suhu yang terlalu tinggi (Islami et al., 2018). Sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa kadar protein gelatin ikan juga dapat setara dengan gelatin sapi dan babi.

Kadar air pada gelatin sangat berpengaruh terhadap daya simpan, karena sangat erat kaitannya dengan aktivitas metabolisme yang terjadi selama gelatin tersebut disimpan (Nurilmala et al., 2006). Sehingga semakin rendah nilai kadar air maka semakin baik kualitas gelatin (Islami et al., 2018). Pada Tabel 11., kadar air ikan berada pada rentang 3,70 – 12,57% yang memenuhi standar SNI (1995), yaitu < 16%. Kadar air ikan lele pada tabel 11 merupakan kadar air yang terendah, menandakan semakin baik juga kualitas gelatinnya. Pengukuran pH pada gelatin juga merupakan salah satu parameter yang cukup penting untuk diketahui, karena dapat mempengaruhi sifat-sifat gelatin seperti kekuatan gel dan viskositas (Renol et al., 2018). Standar nilai pH menurut SNI (1995) adalah < 6, sedangkan menurut GMIA (2019) adalah 3,8 – 5,5. Pada Tabel 11., nilai pH ikan berada pada rentang 3,69 – 5,47, sedangkan pada gelatin sapi dan babi berada pada rentang 4,33 – 5,19. Jika berdasarkan SNI (1995), pH gelatin ikan sudah memenuhi standar dan dapat menjadi alternatif pengganti gelatin sapi dan babi. Jumlah rendemen yang dihasilkan dapat menjadi parameter penentu tingkat efektivitas dari produksi gelatin (Hardikawati et al., 2016), semakin tinggi jumlah rendemen maka semakin efektif dan efisien perlakuan yang telah dilakukan (Wulandari et al., 2013). Berdasarkan Tabel 11., sebagian besar rendemen gelatin ikan dapat menyamai dan bahkan melebihi rendemen dari sapi dan babi. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas gelatin ikan pada parameter kekuatan gel, viskositas, kadar protein, kadar air, pH, dan rendemen memiliki kemampuan untuk menggantikan gelatin sapi dan babi.

Tabel 10. Kualitas gelatin dari jenis ikan yang berbeda

| No | Jenis Ikan | Tipe | Larutan pengekstrak | Kekuatan gel (bloom) | Viskositas (cP) | Kadar protein | Kadar air | pH | Rendemen | Referensi | Kualitas Jurnal |
|----|------------|--------|--|-------------------------|--------------------|------------------|--------------|------|----------|----------------------------|--------------------|
| 1 | Ikan Tuna | Kulit | Natrium Hidroksida, Asam Asetat | - | 104,20 | 36,45% | - | 5,3 | 17% | (Nurilmala et al., 2017) | S2 |
| 2 | Ikan Tuna | Tulang | Asam Sulfat | - | - | 25,88% | 6,43% | 4 | 3,00% | (Safitri et al., 2019) | <i>Not listed</i> |
| 3 | Ikan Tuna | Tulang | Asam Sitrat | 206,20 | 5,90 | - | - | - | 9,27% | (Hapsari et al., 2017) | Q4 |
| 4 | Ikan Tuna | Tulang | Asam Klorida | 175 | 6,80 | 26,02% | 12,57% | 4,89 | 11,14% | (Nurilmala et al., 2006) | <i>Not listed</i> |
| 5 | Ikan Tuna | Tulang | Asam Klorida | 120,37 | 4,75 | 80,90% | 11,85% | - | 11,24% | (Masrukan & Santoso, 2016) | S4 |
| 6 | Ikan Tuna | Tulang | Asam Klorida, Asam Asetat, dan cuka lontar | - | 20,17 | - | 4,61% | 4,54 | 13,07% | (Suci, 2018) | S2 |

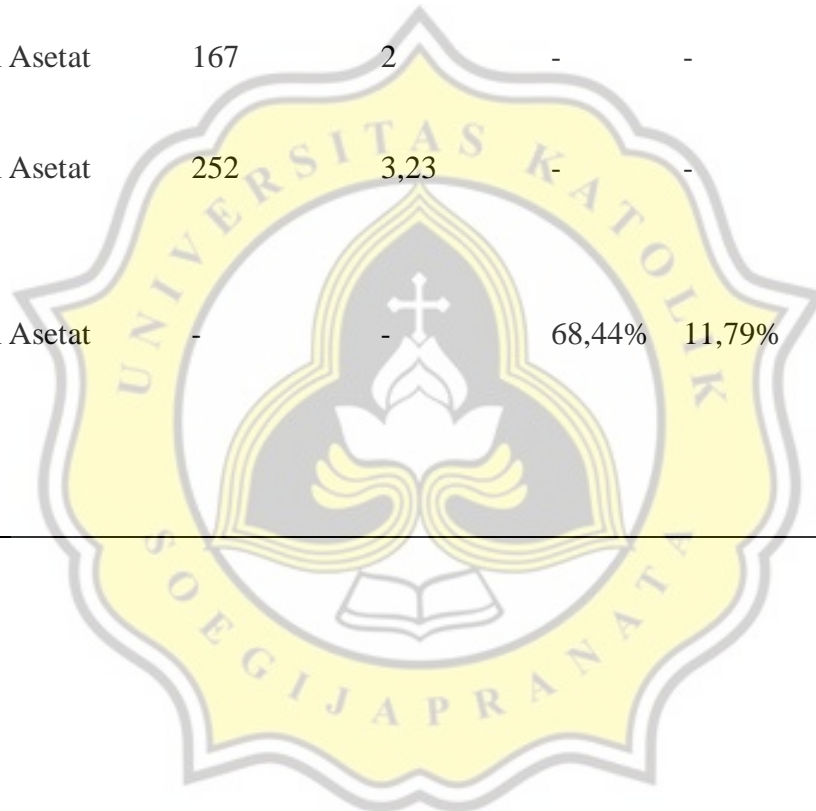
| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------|--------|------------------------------------|--------|------|--------|--------|------|--------|-------------------------------|-------------------|
| 7 | Ikan Tuna | Kulit | Asam Asetat | - | 4,2 | - | - | - | 6,29% | (Ningrum et al., 2020) | Q4 |
| 8 | Ikan Tuna | Kulit | Asam Asetat | - | - | - | 10,25% | - | 13,93% | (Lombu et al., 2015) | S4 |
| 9 | Ikan Tuna | Kulit | Asam Sitrat | - | - | - | - | 4,94 | 19,97% | (Nurilmala et al., 2020) | Q2 |
| 10 | Ikan Tuna | Tulang | Asam Klorida | - | - | 80,20% | 8,59% | - | 5,03% | (Panjaitan, 2016) | S4 |
| 11 | Ikan Tenggiri | Tulang | Asam Klorida | 131,25 | 3,25 | 40,70% | - | 3,69 | 13,79% | (Mardawati et al., 2018) | <i>Not listed</i> |
| 12 | Ikan Tenggiri | Tulang | Asam Sitrat dan Asam Sulfat | - | - | 59,00% | 26,89% | 3,5 | 6% | (Adiningsih & Purwanti, 2015) | S2 |
| 13 | Ikan Tenggiri | Kulit | Natrium Hidroksida dan Asam Asetat | 70,81 | 5,51 | 86,78% | 7,69% | 5,47 | 6,61% | (Gunawan et al., 2017) | S2 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------|-----------------|-------------------------|--------|-------|--------|--------|---|--------|------------------------------------|-------------------|
| 14 | Ikan Tenggiri | Tulang | Asam Klorida | 83,82 | - | 83,22% | 8,56% | - | 7,70% | (Yuliani & Marwati, 2015) | <i>Not listed</i> |
| 15 | Ikan Tenggiri | Tulang | Asam Klorida | 305,55 | 3,40 | - | - | - | 7,46% | (Ittaqi et al., 2020) | <i>Not listed</i> |
| 16 | Ikan Tenggiri | Tulang | Ekstrak belimbing wuluh | 61,04 | 29,83 | 75,92% | 8,83% | 6 | 6,00% | (Fernianti et al., 2020) | <i>Not listed</i> |
| 17 | Ikan Tenggiri | Kulit | Asam Asetat | 291,33 | 8,07 | 89,93% | 10,81% | - | 13,03% | (Kusumaningrum et al., 2018) | <i>Not listed</i> |
| 18 | Ikan Tenggiri | Kulit dan sisik | Asam Klorida | 101,24 | 9,85 | 90,98% | 8,96% | - | 18,71% | (Mirzapour-Kouhdasht et al., 2020) | Q1 |
| 19 | Ikan Tenggiri | Kulit | Asam Asetat | 80,20 | - | 86,20% | 10,30% | - | - | (Khiari et al., 2017) | Q2 |
| 20 | Ikan Tenggiri | Tulang | Perasan jeruk nipis | - | - | - | 24,20% | - | 2,46% | (Rodiah et al., 2018) | S4 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------------|--------|------------------------|--------|-------|--------|-------|------|--------|-------------------------------|-------------------|
| 21 | Ikan Patin | Tulang | Asam Sitrat | 364,19 | 3,83 | 58,70% | 7,72% | 4,46 | 6,24% | (Pertiwi et al., 2018) | S2 |
| 22 | Ikan Patin | Tulang | Asam Klorida | 279,1 | 4,17 | 85,91% | 9,60% | 4,61 | 15,38% | (Peranginang in et al., 2005) | S2 |
| 23 | Ikan Patin | Tulang | Limbah cair buah nanas | - | - | - | - | - | 6,12% | (Atma & Ramdhani, 2017) | S1 |
| 24 | Ikan Patin | Kulit | Asam Klorida | 140,57 | 4,13 | 87,55% | 9,09% | 2,5 | 11,94% | (Saputra et al., 2015) | S4 |
| 25 | Ikan Patin | Tulang | Limbah buah nanas | 64,83 | 3,17 | 47,60% | 8,59% | 4,52 | - | (Atma et al., 2018) | S2 |
| 26 | Ikan Patin | Kulit | Asam Sulfat | - | 3,12 | 97,71% | 9,80% | 5,14 | 14,94% | (Nasution et al., 2018) | S2 |
| 27 | Ikan Patin | Kulit | Asam Sitrat | 202,55 | 10,10 | - | - | 6,70 | 9,36% | (Peranginang in et al., 2004) | S2 |
| 28 | Ikan Patin | Kulit | Asam Sulfat | - | - | 88,38% | 9,92% | 5,70 | - | (Oktaviani et al., 2017) | <i>Not listed</i> |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------------|--------|-------------------------------------|--------|------|--------|-------|------|--------|-------------------------------|------------|
| 29 | Ikan Patin | Tulang | Asam Klorida | 254,7 | 3,1 | 87,30% | 9,20% | - | 13,86% | (F. Mahmoodani et al., 2012) | Q2 |
| 30 | Ikan Patin | Kulit | Natrium Hidroksida dan Asam Klorida | 105,3 | 4 | 88,11% | 9,62% | 4,47 | 24,65% | (Pradarameswari et al., 2017) | Not listed |
| 31 | Ikan lele | Tulang | Asam Sitrat | 136,44 | 3,02 | 65,43% | - | 4,2 | 2,90% | (Muhammad Iqbal et al., 2015) | Not listed |
| 32 | Ikan lele | Tulang | Asam Klorida | 230,25 | 4,64 | 81,75% | - | 5,35 | 17,52% | (Sanaei et al., 2013) | Q3 |
| 33 | Ikan lele | Tulang | Asam Klorida | 177 | 5,5 | 64,76% | 3,70% | 4 | 10,90% | (W et al., 2016) | S5 |
| 34 | Ikan lele | Kulit | Asam Asetat | 202,6 | 1,78 | 69% | - | 4,45 | - | (See et al., 2013) | Q2 |
| 35 | Ikan lele | Kulit | Kalsium Hidroksida | 147,4 | 6,28 | 77,88% | 7,86% | 5,02 | 13,06% | (Jamilah et al., 2011) | Q1 |
| 36 | Ikan lele | Kulit | Asam Sulfat | 234 | 2,85 | - | - | 3,2 | 11,40% | (A. T. Alfaro et al., 2014) | Q1 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-------|-------------|-----|------|--------|--------|---|--------|--|-------------------|
| 37 | Ikan lele | Kulit | Asam Asetat | 196 | - | - | - | - | - | (Yang, Wang, Regenstein, et al., 2007) | <i>Not listed</i> |
| 38 | Ikan lele | Kulit | Asam Asetat | 167 | 2 | - | - | - | 16,20% | (Yang et al., 2008) | Q1 |
| 39 | Ikan lele | Kulit | Asam Asetat | 252 | 3,23 | - | - | - | 19,20% | (Yang, Wang, Jiang, et al., 2007) | <i>Not listed</i> |
| 40 | Ikan lele | Kulit | Asam Asetat | - | - | 68,44% | 11,79% | - | 22,01% | (H. Rahmawati & Pranoto, 2016) | <i>Not listed</i> |



Tabel 11. Kualitas gelatin ikan, babi, dan sapi

| Sumber | Parameter Kualitas | | | | | | Referensi | Kualitas Jurnal |
|---------------|----------------------|-----------------|-------------------|---------------|------|----------|---|------------------------|
| | Kekuatan gel (bloom) | Viskositas (cP) | Kadar Protein (%) | Kadar Air (%) | pH | Rendemen | | |
| Ikan Tuna | 175 | 6,80 | 26,02 | 12,57 | 4,89 | 11,14 | Nurilmala et al. (2006) ; Masrukan & Santoso (2016) | <i>Not listed</i> ; S4 |
| | 120,37 | 4,75 | 80,90 | 11,85 | - | 11,24 | | |
| Ikan Tenggiri | 131,25 | 3,25 | 40,70 | - | 3,69 | 13,79 | Mardawati et al. (2018) ; Gunawan et al. (2017) | <i>Not listed</i> ; S2 |
| | 70,81 | 5,51 | 86,78 | 7,69 | 5,47 | 6,61 | | |
| Ikan Patin | 279,1 | 4,17 | 85,91 | 9,60 | 4,61 | 15,38 | Peranginangin et al., (2005) ; Mahmoodani et al. (2012) | S2 ; Q2 |
| | 254,7 | 3,1 | 87,30 | 9,20 | - | 13,86 | | |

| | | | | | | | | |
|-----------|--------|------|-------|------|------|-------|--|--------------------------------|
| Ikan Lele | 177 | 5,5 | 64,76 | 3,70 | 4 | 10,90 | W et al. (2016) ; Sanaei et al. (2013) | S5 ; Q3 |
| | 230,25 | 4,64 | 81,75 | - | 5,35 | 17,52 | | |
| Babi | 134,77 | 6,52 | 88,93 | - | 5,19 | 11,01 | Sompie et al. (2012) ; Rahman et al. (2008) | Q3 ; <i>Not listed</i> |
| | - | - | 85,6 | 12,3 | 4,33 | - | | |
| Sapi | 73,85 | 2,57 | 84,24 | - | - | 10,88 | Wewengkang et al. (2020) ; See et al. (2010) | <i>Not listed ; Not listed</i> |
| | 323,40 | 3,32 | 95,86 | 7,44 | 5,13 | - | | |

