

**Pangan Fungsional dari Ikan untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan di Era Pandemi Covid 19**  
**Senyawa Fungsional dari Ikan dan Alga: Aplikasinya dalam Pangan**

*Fish-based Functional Food to Improve Health Quality during Pandemic Covid 19 Era*  
*Functional Compounds of Fish and Algae: Applications in Food*

**Tri Winarni Agustini**<sup>1\*)</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Diponegoro

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: tagustini@lecture.undip.ac.id

**Sitasi:** Agustini TW. 2020. Fish-based functional food to improve health quality during pandemic covid 19 era functional compounds of fish and algae: applications in food. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020.* pp. 12-23. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

**ABSTRACT**

The current COVID-19 pandemic requires us to maintain our immune system, one of which is by consuming nutritious foods. The high number of free radicals in the body can reduce the immune system. Antioxidants can prevent the overproduction of free radicals so that they can prevent damage to immune cells. Functional food is food or food ingredients containing bioactive compounds that can provide benefits beyond basic nutrition and provide health effects in the prevention of a disease. Fish and algae are a source of bioactive compounds with various bioactivity. Fish and algae functional compounds that have been utilized include proteins, peptides, polyunsaturated fatty acids (PUFAs), polysaccharides, pigments, and various active compounds that have antioxidant, antiviral and anti-inflammatory properties. Antioxidant nutrients commonly used are protein hydrolysate,  $\beta$ -carotene, chlorophyll, astaxanthin, fucoxanthin and phycocyanin as well as polyphenol group compounds. These functional compounds can be applied in functional food products in health care and prevention of disease. This paper briefly explain the functional compounds of fish and algae, their application to functional food products and future development trends.

---

Keywords: algae, antioxidant, fish, functional food

**ABSTRAK**

Pandemic COVID-19 yang terjadi saat ini menuntut kita untuk menjaga daya tahan tubuh salah satunya dengan mengkonsumsi makanan bergizi. Tingginya jumlah radikal bebas dalam tubuh dapat menurunkan sistem kekebalan tubuh. Antioksidan dapat mencegah produksi radikal bebas secara berlebihan sehingga dapat mencegah kerusakan pada sel imun. Pangan fungsional merupakan pangan atau bahan pangan dengan kandungan senyawa bioaktif yang dapat memberikan manfaat melebihi gizi dasar serta memberikan pengaruh kesehatan dalam pencegahan terhadap suatu penyakit. Ikan dan alga menjadi salah satu sumber senyawa bioaktif dengan bioaktivitas yang beragam. Senyawa fungsional ikan dan alga yang telah dimanfaatkan antara lain protein, peptide, asam lemak tak jenuh ganda (PUFAs), polisakarida, pigmen, dan berbagai senyawa aktif yang bersifat sebagai antioksidan, antivirus dan anti-inflamasi. Nutrisi antioksidan yang biasa digunakan yaitu hidrolisat protein,  $\beta$ -karoten, klorofil, astaxantin, fucoxanthin dan fikosianin serta

senyawa golongan polifenol. Senyawa fungsional tersebut dapat diaplikasikan dalam produk pangan fungsional dalam pemeliharaan kesehatan dan pencegahan terhadap suatu penyakit. Paper ini secara singkat menjelaskan mengenai senyawa fungsional dari ikan dan alga, aplikasinya pada produk pangan fungsional serta trend perkembangan di masa depan.

Kata kunci: alga, antioksidan, ikan, pangan fungsional

## PENDAHULUAN

Beberapa bulan terakhir, dunia mengalami pandemi COVID-19, penyakit yang disebabkan oleh virus corona SARS-CoV-2. Kondisi seperti ini mengharuskan masyarakat untuk meningkatkan kekebalan tubuh dengan mengonsumsi makanan bergizi. Kebutuhan konsumen akan makanan fungsional berkembang cepat, sehingga sudah banyak muncul inovasi produk pangan fungsional serta telah di produksi secara massal yang erat kaitannya dalam meningkatkan imunitas tubuh (Calder, 2020). Nutrisi makanan merupakan faktor penting yang berkontribusi dalam sistem kekebalan tubuh. Kecukupan dalam konsumsi zat gizi makro maupun mikro dapat mengaktifkan sistem kekebalan tubuh (Virralluel-Lopez *et al.* 2017). Sehingga konsumsi pangan fungsional menjadi penting dalam meningkatkan kesehatan dan pencegahan terhadap penyakit tertentu.

Pangan fungsional diartikan sebagai pangan yang mengandung lebih banyak bahan fungsional yang memberikan manfaat kesehatan yang optimal dan mengurangi resiko penyakit. Syarat produk makanan diterima harus memenuhi dua kriteria penting yaitu sifat sensoris dan nutrisinya. Pangan fungsional mencakup fungsi pangan ketiga, yaitu memberikan manfaat tambahan terhadap kesehatan (Mosca *et al.* 2015; Maina, 2018). Adanya senyawa bioaktif yang terkandung dalam makanan sebagai konstituen alami yang berpotensi memberikan manfaat melebihi nilai gizi dasar produk. Senyawa bioaktif yang bersumber dari laut efektif dilakukan pengembangan sebagai makanan fungsional (Lordan *et al.* 2011).

Laut kaya akan sumber bahan fungsional yang relatif belum dimanfaatkan dalam pengolahan dan penyimpanan makanan secara maksimal. Selain itu, senyawa berbasis dari laut memiliki senyawa aktif dengan bioaktivitas tinggi yang dapat mencegah pathogenesis (Lordan *et al.* 2011). Senyawa bioaktif yang bersumber dari laut antara lain asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), protein, polisakarida, vitamin, mineral yang berpotensi sebagai antioksidan, antikanker dan anti viral (Folarin and Sharma, 2017). Ikan kaya makronutrien seperti protein, lemak dan zat gizi mikro seperti vitamin dan mineral (Balami *et al.* 2019). Selain ikan, alga menjadi salah satu organisme laut dengan kandungan senyawa bioaktif yang cukup kompleks. Nutrisi dan senyawa bioaktif dari alga memiliki potensi yang sangat baik untuk diaplikasikan ke pangan fungsional karena memiliki efek fisiologis yang menguntungkan dengan mengeluarkan metabolit sekunder yang beragam (Munir *et al.* 2013).

Ikan memainkan peran penting dalam menyediakan nutrisi yang dapat meningkatkan kesehatan. Hal ini di dasarkan kandungan senyawa fungsional dengan menyediakan protein berkualitas tinggi, asam lemak tak jenuh ganda terutama omega 3 dan berbagai macam vitamin dan mineral (Mohanty *et al.* 2011). Senyawa fungsional omega 3 dan vitamin E pada ikan diaplikasikan pada pembuatan produk pangan fungsional dengan memberikan efek oksidatif (Shaviklo *et al.* 2020). menjelaskan bahwa pentingnya kandungan nutrisi pada ikan dalam mencegah berbagai penyakit (Mohanty *et al.* 2015). Lebih lanjut Sujatha *et al.* (2013), imunoglobulin protein bertindak sebagai pertahanan melawan infeksi bakteri dan virus serta menyeimbangkan banyak faktor regulasi tubuh.

Alga merupakan kelompok organisme yang besar dan beragam yang tumbuh di lingkungan perairan yang mampu mengubah CO<sub>2</sub> dan mineral dengan cara fotosintesis

menjadi biomassa, meskipun beberapa spesies tumbuh secara heterotrof. Alga terdiri dari makroalga dan mikroalga yang dibedakan oleh pigmen, zat cadangan makanan, dinding sel, karakteristik pembelahan sel dan morfologi (Villarruel-Lopez *et al.* 2017). Alga menghasilkan sejumlah bahan fungsional penting yang dapat ditambahkan ke dalam makanan yang dikonsumsi setiap hari seperti roti, sereal, makanan penutup, es krim, pasta, emulsi yang bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan manusia dan mengurangi resiko penyakit kronis (Ranga and Ravishankar, 2018). Alga merupakan sumber senyawa polifenol dengan aktivitas antioksidan yang kuat (Fernando *et al.* 2016).

Antioksidan yang bersumber dari alga serta hidrolisat protein ikan telah banyak dikembangkan pada produk pangan fungsional (Munir *et al.* 2013; Daud *et al.* 2013). Nutrisi antioksidan yang biasa dimasukkan dalam makanan seperti  $\beta$ -karoten dan vitamin C serta vitamin E dapat meningkatkan fungsi kekebalan tubuh yang berperan dalam perlindungan penting dalam infeksi yang disebabkan oleh bakteri, virus dan parasit (Puertollano *et al.* 2011). Paper ini akan memaparkan senyawa fungsional yang bersumber pada ikan dan alga yang berpotensi sebagai antioksidan dalam meningkatkan kualitas kesehatan dengan menjaga sistem imunitas tubuh. Senyawa fungsional tersebut dapat diaplikasikan pada pangan fungsional serta trend pengembangan produk berbasis ikan dan alga dengan peluang bisnis yang menjanjikan dimasa depan.

## **SENYAWA FUNGSIONAL DARI IKAN DAN ALGA**

Ikan mengandung protein dengan komponen asam amino esensial seperti sistin dan metionin, dimana menjadi asam amino pembatas dalam protein nabati serta memiliki daya cerna yang tinggi berkisar antara 85-95%. Protein ikan bertanggung jawab dalam membangun dan memperbaiki jaringan otot serta kekebalan tubuh (Mohanty, 2015; Pal *et al.* 2018). Asam amino taurine juga ditemukan dalam protein ikan yang memiliki sifat anti-inflamasi yang serupa dengan asam lemak tak jenuh ganda omega 3. (Madani *et al.* 2012). Kandungan protein rumput laut berbeda-beda tergantung dari jenisnya yang berkisar antara 5-47%. Rumput laut merah memiliki kandungan protein paling tinggi, yang diikuti oleh rumput laut hijau dan rumput laut coklat (Cerna, 2011). Berbeda dengan rumput laut, Spirulina memiliki kandungan protein 76,65% (Seghiri *et al.* 2019). Protein mikroalga menunjukkan kualitas nutrisi yang cukup tinggi serta sifat fungsionalnya. Dinding sel mikroalga memberikan perlindungan terhadap denaturasi protein (Sahni *et al.* 2019).

Ikan mengandung asam lemak tak jenuh ganda (PUFAs) seperti eicosapentaenoic acid (EPA) dan docosapentaenoic acid (DHA) terutama pada ikan laut. PUFA yang ditemukan pada ikan berbeda dengan asam lemak lainnya, asupan PUFA dianggap penting dalam nutrisi manusia dalam menjaga dan perlindungan terhadap suatu penyakit (Sujatha *et al.* 2013; Tasbozan and Gakce, 2017; Moreles *et al.* 2015). Lebih lanjut Mohanty *et al.* (2012), menjelaskan bahwa kandungan omega 3 tujuh kali lipat dari omega 6 pada ikan laut seperti salmon, mackerel, sardine Sedangkan kandungan lemak total rumput laut berkisar antara 0,60% hingga 4,14% (El-Maghraby and Fakhty, 2015; Rodrigues *et al.* 2015). Mikroalga sebagai sumber EPA dan DHA yang ditargetkan dalam pemenuhan nutrisi bayi. Lemak pada alga memanifestasikan pengurangan kalori dan kolesterol dalam produk pangan (Sahni *et al.* 2019). Asam lemak tak jenuh tunggal (PUFA) menyumbang setengah dari lemak total pada alga. Asam lemak yang umum pada alga yaitu asam linoleat dan arakidonat (Bellattamania *et al.* 2018). Rumput laut memiliki rasio omega 6 : omega 3 yang rendah, sehingga menjadi sumber lemak pada produk pangan fungsional (Biancarosa *et al.* 2018). Asam lemak omega 3 memiliki fungsi pengaturan terhadap sistem kekebalan tubuh (Rodrigues *et al.* 2016).

Rumput laut lebih dikenal penggunaannya sebagai sumber polisakarida berkisar antara 40-65% (Meillisa *et al.* 2015). Polisakarida pada rumput laut tersusun dari hidrokoloid penyusun dinding sel dan bahan pengisi ruang antar sel (Santi *et al.* 2012). Polisakarida seperti agar, alginate dan karagenan merupakan jenis polisakarida yang komersil. Senyawa tersebut termasuk dalam golongan fitokoloid (agar, alginat dan karagenan) dan polisakarida sulfat (laminarin, fucoidan, fucan, mannitol dan ulvan) (Holdt and Kraan, 2011). Polisakarida yang bersumber dari mikroalga memiliki nilai tambah sebagai prebiotik dan antioksidan, sehingga kedepan dapat dimanfaatkan pada produk pangan fungsional dalam mencegah berbagai penyakit (Pierre *et al.* 2019)

Mineral sangat penting bagi tubuh manusia untuk mengatur poses metabolisme. Ikan merupakan sumber mikronutrien seperti kalsium, selenium, fosfor dan zat besi. Tulang ikan salah satu sumber kalsium yang memiliki penyerapan setara dengan susu skim. Sehingga ikan digunakan sebagai sumber kalsium alami pada pangan fungsional (Balami *et al.* 2019). Konsumsi selenium dalam jumlah yang cukup dapat menghambat pertumbuhan sel kanker terutama kanker kulit dan paru-paru serta berdampak pada jantung dan syaraf (Larsen *et al.* 2011). Selain ikan, alga juga mengandung berbagai mineral seperti Na, K, Ca dan Mg yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa rumput laut dan laga sebagai sumber mineral dan secara efisien dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional (Kumar *et al.* 2011).

Vitamin berperan dalam peningkatan kesehatan, menjadi precursor enzim yang dibutuhkan untuk fungsi metabolisme. Vitamin juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat. Mikroalga menjadi sumber vitamin seperti pro-vitamin A (karoten, apokarotenoid), vitamin C (asam askorbat), vitamin E (tocoferol dan tocotrienol) dan beberapa kelompok dari vitamin B, seperti B1 (tiamin), B2 (Riboflavin), B3 (niacin) dan B12 (cobalamin) serta vitamin D (Galasso *et al.* 2019; Japelt and Jacobsen, 2013). Selain itu, ikan sebagai sumber vitamin A dan D, terutama ikan seperti ikan Salmon. Vitamin A banyak terdapat pada hati minyak ikan Halibut dan Cod (Jacobsen and Smith, 2017). Kekurangan vitamin D menyebabkan peningkatan resiko hipertensi, penyakit auto imun, diabetes dan kanker (Japelt and Jacobsen, 2013). Lebih lanjut Larsen *et al.* (2011), menambahkan bahwa konsumsi vitamin D dapat mengurangi risiko penyakit jantung. Sehingga penggunaan ikan sebagai bahan pangan fungsional penting dilakukan untuk pencegahan terhadap berbagai penyakit.

Peptide bioaktif dari organisme laut terutama ikan memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan. Hidrolisat protein ikan mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan (Daud *et al.* 2020). Peptida bioaktif dari ikan yang berpotensi sebagai antioksidan dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional untuk meningkatkan kesehatan konsumen dan memperpanjang masa simpan produk (Ngo and Kim, 2013). Alga mengandung sejumlah besar senyawa bioaktif salah satunya berfungsi sebagai antioksidan. Antioksidan paling kuat yang ditemukan pada alga yaitu karotenoid (Astaxanthin, lutein, dan  $\beta$ -karoten), polifenol, phycobiliprotein dan vitamin (Christaki *et al.* 2013; Guedes *et al.* 2011). Alga merah mengandung antheraxanthin (karotenoid), phikoeritin, galaktan dan sulfat galaktan. Alga hijau Antioksidan mempertahankan berbagai sel kekebalan, sehingga memiliki efek penting terhadap respon imun (Hajian, 2014).

## **APLIKASI PADA PRODUK PANGAN**

Senyawa fungsional yang bersumber dari makroalga dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional (Tabel 1). Makroalga lebih dikenal sebagai rumput laut, dan diklasifikasikan berdasarkan pigmen spesifiknya. dimana setiap jenis alga memiliki bioaktivitas yang kompleks. Alga laut berpotensi sebagai antioksidan alami yang

mempunyai aktivitas sebagai penangkap elektron. Senyawa antioksidan pada alga merah dan coklat seperti polifenol, flavonol dan phlorotanin (Zakaria et al. 2011). Produk olahan utama dari makroalga adalah hidrokoloid, termasuk karagenan, agar, alginate yang digunakan sebagai agen pembentuk gel, pembentuk tekstur, penstabil. Hidrokoloid juga memiliki potensi meningkatkan daya lepas komponen aktif dan daya serap produk farmasi (Herawati, 2018). Rumput laut mengandung senyawa fenol, dietary fiber, PUFA dan fotosintetik pigmen yang berperan sebagai antioksidan dan dapat diaplikasikan pada produk pangan fungsional serta sumber pigmen alami (Sanger et al. 2018).

Senyawa fungsional setiap jenis alga berbeda-beda, seperti alga merah mengandung antioksidan antheraxanthin (karotenoid), phikoeritrin (pigmen bikobilin), galaktan dan sulfat galaktan, alga hijau *Halimeda* sp. mengandung katekin (polifenol) dan alga coklat mengandung fukosantin dan phlorotannin dan polisakarida sulfat. Alga coklat *Sargassum* sp. mengandung asam askorbat dan senyawa aktif *S. fillipendula* merupakan karotenoid dan asam benzena dikarboksilat (Pereira et al. 2012). Lebih lanjut Firdaus, (2013) menjelaskan bahwa antioksidan pada rumput laut telah digunakan sebagai sumber nutraceutical. Penggunaan rumput laut sebagai produk pangan fungsional akan meningkatkan nilai tambah dari rumput laut di samping fungsinya dalam meningkatkan kesehatan. Selain itu, pengembangan produk pangan fungsional berbasis rumput laut akan memberikan akses masyarakat untuk penyediaan pangan sehat dengan harga terjangkau (Erniati et al. 2016).

Berbagai senyawa fungsional diaplikasikan pada produk pangan dengan bioaktivitas yang beragam (Tabel 2). Penggunaan mikroalga sebagai pangan fungsional karena nutrisi dan sifat bioaktifnya seperti polisakarida, asam lemak, peptida, senyawa bioaktif dan pigmen yang melimpah (Villarruel-Lopez et al. 2017). Kandungan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA, omega 3 dan omega 6), asam amino esensial (Leusin, isoleusin dan valin) dan pigmen (lutein dan  $\beta$ -karoten) serta vitamin (Vitamin B12) telah diusulkan perannya dalam fortifikasi tepung terigu dalam menghasilkan pasta serta produk lain yang digunakan sebagai suplemen dalam produk susu, salah satunya susu bayi yang saat ini masih menggunakan kedelai sebagai bahan utamanya (Wells et al. 2017). Hal ini memiliki efek sinergis yang menguntungkan dari berbagai senyawa bioaktif terhadap kesehatan (Smerilli et al. 2017; Hamed et al. 2015).

Tabel 1. Aplikasi senyawa fungsional dari makroalga pada produk pangan

Spesies Makroalga	Senyawa Fungsional	Pemanfaatan pada Produk Pangan	Tujuan Penggunaan	Referensi
<i>Caulerpa racemosa</i>	Fenol , klorofil , protein, serat	Biscuit	Antioksidan dan suplemen	Kumar et al. 2018
<i>Ulva intestinalis</i>	Klorofil, fenol	Surimi	Antioksidan	Jannat-Alipour et al. 2019
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>Powder seaweed</i>	Sosis	Antioksidan	Pindi et al. 2017
<i>Sargassum wightii</i>	<i>Powder seaweed</i>	Dendeng tuna	Antioksidan	Hanjaban et al. 2016
<i>Treptacantha barbata</i>	Fukosantin	Sosis	Antioksidan	Sellimi et al. 2018
<i>Porphyra</i>	Gliserol galaktosida	Nori	Suplemen	Admassu et al. 2018
<i>Undaria pinnatifida</i>	Fukosantin	Wakame	Antioksidan	Sugimura et al. 2012
<i>Laminaria japonica</i>	$\beta$ -karoten, fukosantin	Kombu	Antioksidan	Amorim et al. 2012
<i>Palmaria palmata</i>	Protein, Fenol	Roti	Antioxidant	Allsopp et al. 2015

Tabel 2. Aplikasi senyawa fungsional mikroalga pada produk pangan

Spesies Mikroalga	Senyawa Fungsional	Pemanfaatan pada Produk Pangan	Tujuan Penggunaan	Referensi
<i>Spirulina platensis</i>	n-3 PUFA	Susu	Suplemen	Poti <i>et al.</i> 2015
	Protein, mineral	Yogurt	Suplemen	Debbabi <i>et al.</i> 2019
	Fikosianin	Biscuit	Antioksidan	El-Baky <i>et al.</i> 2015
	Fenol	Roti/ kue	Antioksidan	Marco <i>et al.</i> 2014
	Fikosianin	Permen jelly	Antioksidan	Dewi <i>et al.</i> 2018
<i>Dunaliella salina</i>	β-karoten dan protein	Mie kering	Suplemen	Agustini <i>et al.</i> 2017
	Protein, mineral dan klorofil	Pasta	Suplemen	El- Baz <i>et al.</i> 2017
<i>Cholera sp.</i>	Fenol	Kue	Aktivitas antioksidan	Batista <i>et al.</i> 2017
	Protein, vitamin	Yogurt	Suplemen	Cho <i>et al.</i> 2004
<i>Tetraselmis suecica</i>	Fenol	Biscuit	Aktivitas antioksidan	Batista <i>et al.</i> 2017
<i>Haematococcus pluviialis</i>	Astaxantin	Kue	Antioksidan	Hossain <i>et al.</i> 2017

Tabel 3. Aplikasi senyawa fungsional dari ikan pada produk pangan

Jenis Senyawa	Aplikasi	Referensi
Omega 3	Roti, biscuit, kue, es krim, susu, yogurt keju, margarine, sosis, popcorn	Ganesan <i>et al.</i> 2014; Shaviklo <i>et al.</i> 2014, Shaviklo <i>et al.</i> 2015, Hejazian <i>et al.</i> 2016; Renuka <i>et al.</i> 2016; Ullah <i>et al.</i> 2017; Zhong <i>et al.</i> 2018; Moallem, 2018
Kalsium, fosfor, zat besi	Kue	Abdel-Moemin, 2015
Peptida	Kecap ikan	Choksawangkarn <i>et al.</i> 2018
Vitamin D	Susu	Schmid and Walther, 2013

Ikan dan produk ikan merupakan salah satu makanan fungsional terpenting yang berfungsi sebagai sumber asam lemak omega 3 seperti EPA dan DHA kaitannya pada sistem kekebalan tubuh. Ikan mengandung komponen yang dapat meningkatkan kesehatan fisik dan mental, bahkan dapat mengurangi resiko penyakit jantung dan penyakit kronis lainnya. Sehingga, nutrisi dari ikan sangat dibutuhkan dalam pemeliharaan kesehatan maupun kualitas hidup manusia (Swanson *et al.* 2012). Aplikasi senyawa fungsional dari ikan yang banyak dimanfaatkan yaitu kandungan asam lemak tak jenuh omega 3, mineral serta vitamin (Tabel 3).

### TREND PANGAN FUNGSIONAL DI MASA DEPAN

Makanan yang kita konsumsi akan mempengaruhi kesehatan tubuh. Secara historis, ikan dan alga khususnya mikroalga dikenal sebagai makanan sehat. Ikan dan alga memiliki berbagai senyawa fungsional yang telah dieksplorasi efek biologis untuk memastikan keamanannya, sehingga dapat digunakan sebagai nutraceutical. Produksi pangan fungsional secara berkelanjutan memberikan kesejahteraan terhadap kesehatan manusia. Namun, berbagai literature menunjukkan bahwa, hanya sedikit informasi yang tersedia terkait produk nutraceutical dari ikan dibandingkan nutraceutical serta makanan fungsional secara umum. Hal ini menjelaskan bahwa nutraceutical berbasis ikan belum dieksplorasi dengan baik terkait potensinya dalam pencegahan suatu penyakit. Terutama dengan meningkatnya produksi perikanan di seluruh dunia, terdapat potensi besar terhadap pasokan ikan. Hal ini dilakukan karena ikan efektif dalam mengatasi ketahanan pangan dan

gizi serta senyawa bioaktif yang terbukti dalam pemeliharaan kesehatan (Ashraf *et al.* 2020).

Kolaborasi penelitian dari berbagai ahli biologi, kimia serta ahli gizi melakukan eksplorasi terkait pemanfaatan hasil-hasil laut sebagai sumber makanan yang baik. Mikroalga telah menunjukkan potensi untuk memenuhi kebutuhan akan pasokan makanan yang berkelanjutan, khususnya yang berkaitan dengan permintaan protein. Sumber protein yang menjanjikan ini memberikan beberapa keunggulan dibandingkan bahan pangan lainnya. Selain kandungan proteinnya yang tinggi, alga menjadi sumber senyawa bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan manusia (Caporgno and Mathys, 2018). Beberapa tahun terakhir, dengan berkembangnya bioteknologi, penggunaan senyawa turunan mikroalga untuk produk pangan fungsional yang inovatif dengan kandungan nutrisi melebihi gizi dasar produk telah banyak dilakukan. Lebih lanjut, kemajuan sains dan teknologi menjadikan para peneliti dapat mengkarakterisasi peran fisiologis senyawa bioaktif dari hasil laut terutama ikan dan alga dalam pencegahan suatu penyakit serta meningkatkan kesehatan manusia. Selain itu, meningkatnya minat konsumen pada pangan fungsional yang dikembangkan berbasis hasil-hasil laut telah dilihat sebagai peluang bisnis yang menjanjikan. Menyadari hal itu, berbagai perusahaan di seluruh dunia telah memanfaatkan peluang ini (Mendis and Kim, 2011).

## **KESIMPULAN**

Ikan dan alga mengandung senyawa fungsional seperti protein, asam lemak tak jenuh ganda, mineral, vitamin, pigmen dan senyawa bioaktif lainnya. Senyawa fungsional tersebut dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan. Makanan fungsional dengan kandungan senyawa bioaktif sebagai antioksidan dapat mencegah melemahnya sistem kekebalan tubuh. Sehingga, konsumsi hasil-hasil laut seperti ikan dan alga menjadi alternatif makanan bergizi di era pandemic COVID-19. Prospek kedepan, pemanfaatan senyawa fungsional berbasis hasil laut sebagai produk pangan fungsional semakin meningkat dengan adanya peluang pasar pangan fungsional yang menjanjikan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan pada pihak yang memberikan dukungan dalam penelitian atau penulisan makalah, baik sebagai mitra konsultasi dan/atau penyandang dana.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdel-Moemin AR. 2015. Healthy cookies from cooked fish bones. *Food Bioscience*. 12: 114-121
- Admassu H, Abera T, Abraha B, Yang R, Zhao W. 2018. Proximate, mineral and amino acid composition of dried laver (*Porphyra spp.*) seaweed. *Journal of Academia and Industrial Research*. 6(9): 149-154.
- Agustini, T. W., Ma'ruf, W. F., Wibowo, B. A., & Hadiyanto.(2017). Study on the effect of different concentration of Spirulina platensis paste added into dried noodle to its quality characteristics. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*
- Allsopp PJ, Crowe W, Bahar B. 2015. The effect of consuming *Palmaria palmate* enriched bread on inflammatory markers, antioxidant status, lipid profile and thyroid function in a randomized placebo-controlled intervention trial in health adults. *European Journal of Nutrition*. 54(275). p. 13.

- Amorim K, Yusti MAL, Hernandez JL. 2012. Short communication: changes in bioactive compounds content and antioxidant activity of seaweed after cooking processing. *Journal of Food*. 10(4): 1-4
- aquifolium). *Jurnal Pengolahan Hasil*
- Ashraf SA, Adnan M, Petel M, Siddiqui AJ, Sachidanandan M, Snoussi M, Hadi S. 2020. Fish Based Bioactive as potent nutraceuticals: Exploring the therapeutic Perspective of Sustainable food from the Sea. *Marine Drugs*. 18(265): 1-20.
- Balami S, Sharma A, Kran R. 2019. Significance of nutritional value of fish for human health. *Malaysian Journal of Halal Research*. 2(2): 32-34.
- Batista AP, Niccolai A, Fradinho P, Fragoso, S, Bursic I, Rodolfi L, Biondi N, Tredici MR, Sousa I, Raymundo A. 2017. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. *Algal Res*. 26: 161–171.
- Belattmania Z, Engelen A, Pereira H, Serrao E, Custódio L, Varela J, Zrid R, Reani A, Sabour B. 2018. Fatty acid composition and nutraceutical perspectives of brown seaweeds from the Atlantic coast of Morocco. *International Food Research Journal*. 25: 1520–1527.
- Biancarosa I, Belghit I, Bruckner CG, Liland NS, Waagbø R, Amlund H, Heesch S, Lock EJ. 2018. Chemical characterization of 21 species of marine macroalgae common in Norwegian waters: benefits of and limitations to their potential use in food and feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 98: 2035–2042.
- Calder PC. 2020. Nutrition, immunity and COVID-19. *BMJ Nutrition, Prevention and Health*. 1-19.
- Caporgno MP, Matthys. A. 2018. Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits. *Front. Nutr*. 5(58): p.10
- Černá M. 2011. Seaweed proteins and amino acids as nutraceuticals. In: *Advances in food and nutrition research* (Ed. by S.-K. Kim), Academic Press, San Diego, California, USA. pp. 297–312.
- Choksawangkarn W, Phiphattananukoon S, Jarwsithikunchai J, Roytrakul S. 2018. Antioxidative peptides from fish sauce by-product: isolation and characterization. *Agriculture and Natural Resources*. 52: 460-466.
- Christaki E, Bonos E, Gianennas I, Paneri PCF. 2013. Functional properties of carotenoids originating from algae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93(1): 5-11.
- Daud NA, Babji AS, Yosup SM. 2013. Antioxidant activity of red tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein hydrolysates as influenced by thermolysin and alcalase. *AIP Conference Proceeding*. 1571(1): 687-691.
- Debbabi H, Boubaker B and Gmati T. 2019. Yogurt enrichment with *Spirulina* (*Arthrospira platensis*): Effect on physicochemical, textural properties and consumers acceptance. *Joint Seminar of the Sub-Network on Production Systems & Sub-Network on Nutrition Innovation for Sustainability in Sheep and Goats*. At: Vitoria-Gasteiz, Spain, 3-5 October 2017. p. 401-405.
- Dewi EN, Kurniasih RA and Purnamayati L. 2018. Application of microencapsulation phycocyanin as a blue natural colorant to the quality of jelly candy. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 116(1):012047.
- ekstrak rumput laut cokelat (*Sargassum*)
- El Baky AHH, El Baroty GS, Ibrahim EA. 2015. Functional characters evaluation of biscuits sublimated with pure phycocyanin isolated from *Spirulina* and *Spirulina* biomass. *Nutr. Hosp*. 32: 231–241.



- El Maghraby DM, Fakhry EM. 2015. Lipid content and fatty acid composition of Mediterranean macroalgae as dynamic factors for biodiesel production. *Oceanologia* 57: 86–92.
- El-Baz, FK, Abdo SM, Hussein, AMS. 2017. Microalgae *Dunaliella salina* for use as food supplement to improve pasta quality. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 46: 45–51
- Erniati, Zakaria FR, Prangdimurti E dan Aawiyah DR. 2016. Potensi Rumput laut: Kajian komponen bioaktif dan pemanfaatannya sebagai pangan fungsional. *Acta Aquatica.* 3(1): 12-17.
- Fernando LPS, Kim M, Son KT, Jeong Y, Jeong YJ. 2016. Antioxidant activity of marine algal polyphenolic compounds: a mechanistic approach. *Journal of Medicinal Food.* 19(7): 1-14.
- Firdaus M. 2013. Indeks aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut cokelat (*Sargassum aquifolium*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia.* 16(10): 42-47.
- Folarin O, Sharma L. 2017. Algae as a functional food. *International Journal of Home Science.* 3(2): 166-170.
- Galasso C, Gentile A, Orefis I, Ianora A, Bruno A, Noonan DM, Sansone C, Albin A, Brunet C. 2019. Microalgae derivatives as potential nutraceuticals and food supplements for human health: A Focus on cancer prevention and interception. *Nutrients.* 11(6): 1226
- Ganesan B, Brothersen C, McMahon, DJ. 2014. Fortification of foods with  $\Omega$ -3 polyunsaturated fatty acids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 1: 98-114.
- Guedes AC, Amaro HM and Malcata FX. 2011. Microalga as sources of carotenoids. *Marine Drugs.* 9(4): 625-644.
- Hajian S. 2014. Positive effect of antioxidants on immune system. *Immunopathologia Persa.* 1(1):1-2.
- Hamed I, Ozogul F, Ozogul Y, Regenstein JM. 2015. Marine bioactive compounds and their health benefits: A review. *Comprehensive Reviews in food science and food safety.* 00: 1-20.
- Hanjaban MD, Zynudheen AA, Ninan G, Panda S. 2016. Seaweed as and ingredient for nutritional improvement of fish jerky. *Journal of food processing and preservation.* 41(2): 1-8.
- Hejazian SR, Takami SZH, Shendi EG. 2016. Sensorial properties, chemical characteristics and fatty acids profile of cheese fortified by encapsulated kilka fish oil. *Modern Applied Science.* 3: 208-213.
- Herawati H. 2018. Potensi hidrokoloid sebagai bahan tambahan pada produk pangan dan non pangan bermutu. *Jurnal Litbang pertanian.* 37(1): 17-25.
- Holdt SL, Kraan S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *J Appl Phycol.* 23:543-597.
- Hossain AKM, Brennan MA, Mason SL, Guo X, Zeng XA, Brennan CS. 2017. The effect of astaxanthin-rich microalgae *Haematococcus pluvialis* and wholemeal flours incorporation in improving the physical and functional properties of cookies. *Foods.* 6(57): 1-10.
- Jacobsen J, Smith C. 2017. Farmed Salmon and farmed rainbow trout-excellent sources of vitamin D. *Fisheries and Agriculture Journal.* 8(2): 1-5
- Jannat-Alipour H, Rezaei M, Shabanpour B, Tabarsa M, Rafipour F. 2019. Addition of seaweed powder and sulphated polysaccharide on shelf\_life extension of functional fish surimi restructured product. *J. Food Sci. Technol.* 56: 3777–3789.
- Jäpelt RB, Jakobsen J. 2013. Vitamin D in plants: a review of occurrence, analysis, and biosynthesis. *Frontiers in Plant Science* .4: 136.

- Kumar A, Krishnamoorthy E, Devi HM, Uchoi D, Tejpal, CS, Ninan G, Zynudheen AA. 2018. Influence of sea grapes (*Caulerpa racemosa*) supplementation on physical, functional, and anti-oxidant properties of semi-sweet biscuits. *J. Appl. Phycol.* 30: 1393–1403.
- Kumar M, Kumari P, Trivedi N and Shukla MK. 2011. Minerals, PUFAs and Antioxidant Properties of some tropical seaweeds from saurashtra coast of India. *Journal of Applied Phycology.* 23(5): 797-810.
- Larsen R, Eilertsen KE, Elvevoll E. 2011. Health benefit of marine food and ingredients. *Biotechnology Advances.* 29(5): 508-518.
- Lordan S, Ross RP, Stanton C. 2011. Marine bioactives as functional food ingredients: Potential to reduce the incidence of chronic disease. *Marine Drugs.* 9:1056–1100.
- Madani Z, Louchami K, Sener A, Malaisse WJ, Yahia DA. 2012. Dietary sardine protein lowers insulin resistance, leptin and TNF-alpha and beneficially affects adipose tissue oxidative stress in rats with fructose-induced metabolic syndrome. *Int. J. Mol. Med.* 29: 311–318.
- Maina JW. 2018. Analysis of the factors that determine food acceptability. *The Pharma Innovation Journal.* 7(5): 253-257.
- Meillisa A, Woo HC, Chun BS. 2015. Production of monosaccharides and bio-active compounds derived from marine polysaccharides using subcritical water hydrolysis. *J Food Chem.* 171: 70–77.
- Mendis E, Kim SJ. 2011. Presents and Future prospects of seaweed in Developing functional foods. *Advanced in Food and Nutrition Research.* 64:1-15.
- Moallem U. 2018. Invited review: Role of Dietary n-3 fatty acids in performance, milk fat composition, and reproductive and immune system in dairy cattle. *Journal of Dairy Science.* 101(10): 1-21.
- Mohanty BP, Bahera BK, Sharma AP. 2011. Nutritional significance of small indigeneous fishes in human health. *Central inland fisheries research institute.* Rev edition. Bulletin no. 162
- Mohanty BP, Paria P, Mahanty A, Behera BK, Mathew S, Shankar TV, Sharma AP. 2012. Fatty acid profile of Indian shad *Tenualosa ilisha* oil and its dietary significance. *National Academy Science Letters.* 35(4): 263–269.
- Mohanty. 2015. Nutritional value of food fish. *Conspectus on Inland Fisheries Management* Publisher: ICAR - Central Inland Fisheries Research Institute. p.15-21.
- Morales M, Hogaldo F, Sevenich R. 2015. Fatty acids profile in canned tuna and sardine after retort sterilization and high-pressure thermal sterilization treatment. *Journal of Food and Nutrition Research.* 54(2): 171-178.
- Mosca AC, Van DVF, Bult JH, Boekel MA, Stieger M. 2015. Taste enhancement in food gels: Effect of fracture properties on oral breakdown, bolus formation and sweetness intensity. *Food Hydrocolloids.* 43:794-802.
- Munir N, Sharif N, Naz S, Manzoor F. 2013. Algae: A potent antioxidant source. *Sky journal of Microbiology Research.* 1(3): 22-31.
- Ngo DH, Kim SK. 2013. Marine bioactive peptides as potential antioxidants. *Current protein and peptide science.* 14(3):189-198.
- Pal BN, Shukla AK, Maurya, Verma HO. 2018. A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies.* 6(2): 427-430.
- Pereira H, Barreira L, Figueiredo F, Custodio L, Vizetto-Duarte C, Polo C, Resek E, Angelen A, Varela J. 2012. Polyunsaturated fatty acids of marine macroalgae: potential for nutritional and pharmaceutical applications. *Marine Drugs.* 10: 1920– 1935.
- Perikanan Indonesia. 16(10): 42-47.

- Pierre G, Delattre C, Dubessay P, Jubeau S, Vialleix C, Cadoret JP, Probert I, Michaud P. 2019. What is in store for EPS Microalgae in the next decade. *Molecules*. 24: 1-25.
- Pindi W, Mah HW, Munsu E, Wahab N. 2017. Effects of addition of *Kappaphycus alvarezii* on physicochemical properties and lipid oxidation of mechanically deboned chicken meat (MDCM) sausages. *Br. Food J.* 119: 2229–2239.
- Poti P, Pajor F, Bodnar A, Penksza K and Koles P. 2015. Effect of microalga supplementation on goat and cow milk fatty acid composition. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 75(2): 259-263.
- Puertollano MA, Puertollano E, Cienfuegos GA, Pabro MA. 2011. Dietary antioxidants: immunity and host defense. *Current Topics in Medicinal Chemistry*. 11(14):1752-1766.
- Ranga RA and Rravishankar GA. 2018. Algae as source of functional ingredients for health benefit. *Agriculture Research and Technology*. 14(2): 51-55.
- Renuka N, Prasanna R, Sood A, Ahluwalia AS, Bansal R, Babu S, Nain L. 2016. Exploring the efficacy of wastewater-grown microalgal biomass as a biofertilizer for wheat. *Environ. Sci. Pollut. R.* 23: 6608–6620.
- Rodrigues D, Freitas AC, Pereira L, Rocha-Santos TA, Vasconcelos MW, Roriz M, Rodríguez-Alcalá LM, Gomes AM, Duarte AC. 2015. Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos Bay in central west coast of Portugal. *Food Chemistry*. 183: 197–207.
- Rodríguez DME, Steffolani ME, Martínez CS, León AE. 2014. Effects of Spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. *J. Food Sci. Technol.* 58: 102–108.
- Rodriguez-Amaya DB. 2015. Carotenes and xanthophylls as antioxidants. *Antioxidants for Food Preservation*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. p. 17–50.
- Sahni P, Aggarwal P, Sharma S, Singh B. 2019. Nuances of microbial technology in food and nutraceuticals: a review. *Nutrition and Food Science*. p. 1-20.
- Sanger G, Kaseger BE, Rarung LK, Domongilala L. 2018. Potensi beberapa jenis rumput laut sebagai bahan pangan fungsional, sumber pigmen dan antioksidan alami. *Jurnal pengolahan hasil perikanan Indonesia*. 21(2): 208-218.
- Santi RA, Sunarti TC, Santoso D, Triwisari DA. 2012. Komposisi kimia dan profil polisakarida rumput laut hijau. *J Akuatika*. 3(2): 105-114.
- Sarojnalini CH, Hei A. 2019. Fish as an important Functional Food for Quality Life. Chapter: 1-1 pp.
- Schmid A and Walther B. 2013. Natural vitamin d content in animal products. *Advances in Nutrition*. 4(4): 453-462.
- Seghiri R, Kharbach M, Essamri A. 2019. Functional composition, nutritional properties, biological activities of Moroccan *Spirulina* microalga. *Jurnal of Food Quality*. 2019: 1-11.
- Sellimi S, Benslimma A, Ksouda G, Montero VB, Hajji M, Nasri M. 2018. Safer and healthier reduced nitrites Turkey meat sausages using lyophilized *Cystoseira barbata* seaweed extract. *J. Complement. Integr. Med.* 15: 1–14.
- Shaviklo AR, Kargari A, Zanganeh. 2015. Ingredients optimization and children's liking of popcorns seasoned with fish protein powder/ omega-3 fish oil. *Journal of International Food Agribusiness and Marketing*. 27: 79-90.
- Shaviklo AR, Sayed-Najad SR, Mahdevi AHR. 2020. Determination of optimum level omega-3 fish oil plus vitamin E and their effect on oxidative and sensory shelf stability in a traditional Persian ice cream formulation using a computer aided statistical programme. *Iranian Journal of Fisheries Science*. 19(1): 151-166.
- Shaviklo, AR, Kargari A, Zanganeh P. 2014. Interactions and effects of the seasoning mixture containing fish protein powder/ omega-3 fish oil on children's liking and

- stability of extruded corn snacks using a mixture design approach. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38: 1097–1105.
- Smerilli A, Orefice, I, Corato F, Olea AG, Ruban AV, Brunet C. 2017. Photoprotective and antioxidant responses to light spectrum and intensity variations in the coastal diatom *Skeletonema marinoi*. *Environmental Microbiology*. 19(2): 1-44.
- Sugimura R, Suda M, Sho A, Takahashi T, Sashima T, Abe M, Hosokawa M, Miyashita K. 2012. Stability of Fucoxanthin in dried *Undaria pinnatifida* (Wakame) and Baked Products (Scones) Containing Wakame Powder. *Food Sci. Technol. Res*. 18(5): 687-693.
- Sujatha K, Anitha Joice, Senthilkumaar. P. 2013. Total protein and lipid content in edible tissues of fishes from kasimodu fish landing centre, chennai, tamil nadu. *European Journal of Experimental Biology*. 3(5):252-257.
- Swanson D, Block R, Mousa SA. 2012. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in Nutrition*. 3(1): 1-7.
- Tasbozan, O, Gokce MA. 2017. Fatty acids in fish. Cukurova University, Fisheries Faculty, Department of Aquaculture, Adana, Turkey.
- Ullah R, Nadeem M, Imran, M, 2017. Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil. *Lipids in Health and Disease*. 16(34): 1-8.
- Virralluel-lopez A, Ascencio FNK. 2017. Microalga, potential natural functional food source-a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*. 67(4): 251-263.
- Wells ML, Potin P, Craigie JS, Raven JA, Merchant SS, Helliwell KE, Smith AG, Camire ME, Brawly SH. 2017. Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *J Appl Phycol*. 29: 949–982.
- Zakaria NA, Ibrahim D, Sulaiman SF, Supardy NA. 2011. Assesment of antioxidant activity total phenolic content and in vitro toxicity of Malasyan red seaweed *Acanthopora spicifera*. *Journal Chemical Pharmacology*. 3(3): 182-191.
- Zhong J, Yang R, Cao X, Liu X, Qin X, 2018. Improved physicochemical properties of yogurt fortified with fish oil/-oryzanol by nanoemulsion technology. *Molecules*. 23(56): p. 11.