



## Perkembangan penelitian aplikasi rumput laut sebagai bahan pangan di Indonesia: tinjauan literatur

Amin Pamungkas\*, Bakti Berlyanto Sedayu, Arif Rahman Hakim, Putri Wullandari, Ahmat Fauzi, Toni Dwi Novianto

*Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, BRIN, Gunung Kidul, Indonesia*

### Article history

*Diterima:*

17 Agustus 2022

*Diperbaiki:*

24 Oktober 2022

*Disetujui:*

3 Januari 2023

### Keyword

*food;*

*research progress;*

*seaweed;*

*sensory*

### ABSTRACT

*Seaweed contains high dietary fiber and low fat, which is beneficial for health. The content of omega-3 and its antioxidants supports public awareness of a healthy lifestyle. This review paper aims to investigate the research progress of seaweed as food in Indonesia. The research progress in this study focus on seaweed addition to food and its effect on the chemical and organoleptic characteristics. Seaweed research as food has been developed. As one of the seaweed producers, Indonesia needs to increase seaweed use to increase seaweed value and provide sustainable, nutritious food. Food that can combine with seaweed is dodol, jelly candy, fish sticks, pempek, tempeh, and fish balls. The addition of seaweed to food increases protein, water, iodine, and fiber. Seaweed fiber content can decrease cholesterol levels and help regulate blood glucose levels which can prevent cardiovascular disease. Aroma and flavor are sensory properties strongly affected by seaweed in food. The seaweed addition has to consider the sensory properties that determine consumer acceptance. The suitable composition of seaweed addition to food can improve nutrition and consumer acceptance.*



*This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.*

---

\* Penulis korespondensi

Email : pamungkas.nima@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v17i3.16484

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi global dan perubahan iklim merupakan sebuah tantangan dalam penyediaan pangan tanpa menyebabkan pengaruh pemanasan global. Rumput laut merupakan sumber daya hayati laut yang dapat diproduksi secara ramah lingkungan dan berkelanjutan. Rumput laut dapat diolah menjadi bahan pangan dan non pangan (Nakhate dan Van Der Meer, 2021). Rumput laut mengandung serat, vitamin dan mineral esensial yang tinggi. Mineral yang terkandung dalam rumput laut seperti kalsium, yodium, zat besi dan zinc merupakan mineral yang diperlukan oleh tubuh manusia, sehingga rumput laut dapat untuk diolah menjadi berbagai produk pangan. Konsumsi rumput secara teratur dapat mendukung pola hidup sehat (MacArtain *et al.* 2007).

Konsumsi rumput laut dapat memenuhi kebutuhan pangan fungsional yang mengandung serat, asam lemak tak jenuh dan antioksidan (Sanger *et al.* 2018). Untuk memenuhi kebutuhannya, China mengimpor rumput laut dan alga layak konsumsi manusia sebanyak 146,028 ribu ton pada tahun 2016 (FAO 2018). Pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan telah dilakukan di berbagai negara. Jepang, Korea dan Cina merupakan negara pengonsumsi rumput laut dalam beragam olahan pangan. Sebagai contoh di Jepang rumput laut diolah menjadi Nori, Wakame, Kombu, dan Dulse. Nori terbuat dari rumput laut *Porphyra/Pyropia spp*, Kombu dari rumput laut *Laminaria/Saccarina spp* dan Wakame dari rumput laut *Undaria spp*. (Peñalver *et al.* 2020).

Lalu, bagaimana dengan pemanfaatan rumput laut sebagai produk pangan di Indonesia? Mengingat saat ini Indonesia merupakan salah satu produsen rumput laut terbesar di kawasan Asia setelah China (Nilsson *et al.* 2022), bahkan di dunia. Pada tahun 2015 Indonesia berkontribusi hampir 38% sebesar 11,269 juta ton, sementara China 47% (13,925 juta ton) dari produksi global (FAO 2018). Sedangkan produksi rumput laut Indonesia pada tahun 2019 sebesar 9,962 juta ton, angka produksi kedua terbesar setelah China yang mampu memproduksi rumput laut sebesar 20,296 juta ton (Cai *et al.* 2021). Rumput laut yang berada di perairan Indonesia adalah kelompok rumput laut coklat meliputi *Laminaria*, *Dyctyota apiculata*, *Hydroclathrus clathrus*, *Padina australis*, *Sargassum aquilifolium*, *Sargassum*

*polycystum*, *Sargassum siliquosum*, *Turbinaria ornata* dan *Turbinaria conoides*. *Gracillaria sp.* dan *Euचेuma sp.* dari kelompok rumput laut merah (*Rhodophyta*) yang merupakan spesies rumput laut yang dikembangkan dan menjadi program revitalisasi perikanan budidaya. Teknologi budidaya yang cukup sederhana, praktis, murah dan mudah diaplikasikan menyebabkan rumput laut jenis *Euचेuma sp.* cepat berkembang di masyarakat (Hendrawati 2016). *Euचेuma spinosum* teridentifikasi memiliki zat bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, steroid, dan saponin (Irasari *et al.* 2022). Senyawa 3-(3-methoxyphenyl) propanal yang terkandung dalam rumput laut ini memiliki aktivitas antibakteri, senyawa/zat tersebut juga terdeteksi pada kedelai.

Alternatif pencegahan penyakit metabolisme seperti diabetes, alzheimer dan struk dilaporkan dapat menggunakan antioksidan alami dari pangan fungsional laut (Damongilala *et al.* 2021). Antioksidan adalah senyawa yang dapat mencegah atau menghambat inisiasi reaksi autooksidasi atau reaksi berantai pengoksidasi/radikal bebas (Gazali *et al.* 2018, Bashar *et al.* 2019). Rumput laut sebagai sebagai salah satu sumber antioksidan alami mengandung enyawa bioaktif seperti karotenoid, fenol, vitamin dan mineral (Dwimayasanti 2018). Salah satu Kandungan senyawa fenolik dalam rumput laut *Sargassum sp.* memberikan efek aktivitas antioksidan yang kuat (Gazali *et al.* 2018). Senyawa fenolik dilaporkan terdapat pada rumput laut *Padina minor* dan *Turbinaria conoide* (Diachanty *et al.* 2017).

Meskipun di masyarakat telah berkembang pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan, namun belum adanya kajian yang komprehensif terkait produk olahan rumput laut. Sehingga diperlukan informasi terkait pengaruh penambahan rumput laut pada makanan tertentu sertakomposisi rumput laut yang tepat sesuai dengan kesukaan konsumen. Penulisan makalah tinjauan literatur ini bertujuan untuk menginvestigasi perkembangan riset tentang pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan di Indonesia. Fokus penulisan pada pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan dan pengaruhnya terhadap karakteristik kimia dan organoleptik.

## METODE

Penelusuran literatur dilakukan pada bulan April hingga Mei 2022 menggunakan *database* Scopus dan *Science and Technology Index* (SINTA). Istilah penelusuran yang digunakan untuk menemukan penelitian tentang pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan di Indonesia dalam data base Scopus adalah 'seaweed AND for AND food', dengan pembatasan negara/teritorial di Indonesia, bidang subjek 'Agricultural and Biological Sciences' dan tipe dokumen berupa artikel Jurnal. Istilah penelusuran lain yang digunakan adalah 'seaweed AND for AND food AND in AND indonesia' dan 'seaweed AND food AND Indonesia'.

Penelusuran literatur pada *database* Sinta menggunakan istilah penelusuran 'pemanfaatan rumput laut untuk pangan' atau 'pemanfaatan rumput laut untuk makanan' diperoleh hasil artikel yang membahas makanan secara umum, sedangkan artikel yang membahas makanan secara khusus seperti permen tidak diperoleh, sehingga digunakan istilah penelusuran dalam penelitian ini adalah 'pemanfaatan rumput laut'. Selain itu digunakan istilah penelusuran 'pengolahan rumput laut' untuk memperoleh artikel yang masih terkait namun tidak dapat ditemukan dengan istilah 'pemanfaatan rumput laut'. Tahun publikasi pada penelusuran literatur tidak dibatasi untuk menjangkau lebih banyak informasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran *database* scopus dengan kata kunci *seaweed for food* diperoleh 4526 dokumen. Pada pembatasan pada artikel jurnal diperoleh 3371 dokumen, kemudian pembatasan subjek penelitian rumput laut sebagai bahan makanan diperoleh 49 dokumen. Pencarian menggunakan kata kunci *seaweed for food in Indonesia* diperoleh 87 dokumen. Dengan menggunakan kriteria eksklusi yang sama diperoleh 24 dokumen. Dokumen hasil penelusuran tersebut dipilah lagi berdasarkan duplikasi, judul, abstrak dan isinya. Judul yang termasuk dalam kriteria adalah tentang pemanfaatan atau pengolahan rumput laut secara langsung menjadi makanan. Masih banyak hasil pencarian dengan judul berisikan budidaya, sistem informasi, rantai pasok dan karakterisasi rumput laut. Selain itu terdapat 9 artikel yang tidak dapat diperoleh full text secara utuh. Hasil pemilahan

dokumen diperoleh 7 dokumen yang mewakili dari hasil penelusuran *database* scopus.

Penelusuran menggunakan fitur *database* Sinta 'Article GS' dengan kata kunci pemanfaatan rumput laut dan pengolahan rumput laut diperoleh 302 dokumen. Pemilahan menggunakan kriteria (1) subjek/judul/tema pangan diperoleh 53 dokumen, (2) artikel jurnal diperoleh 42 dokumen. Terdapat artikel yang tidak dapat diperoleh *full text* sebanyak 7 dokumen sehingga sebanyak 35 dokumen yang dipilah secara manual berdasarkan judul, abstrak hingga isinya secara garis besar. Terdapat 1 (satu) dokumen duplikasi, 1 (satu) dokumen tinjauan literatur, 1 (satu) dokumen tentang kemasan pangan dan 15 dokumen pengabdian masyarakat yang berisi pembahasan tentang pengolahan atau pemanfaatan rumput laut pada kelompok masyarakat tanpa pembahasan tentang pengaruh rumput laut terhadap makanan. Terdapat 2 (dua) artikel yang kurang *eligible* untuk digunakan dalam tulisan ini, sehingga tersisa 15 dokumen.

Dokumen hasil penelusuran dari *database* scopus sebanyak 7 (tujuh) dokumen dan sinta dipadukan menjadi 22 dokumen seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penelusuran yang ditunjukkan pada Gambar 1, penelitian rumput laut sebagai bahan makanan telah dimulai sejak tahun 2005, Astawan et al. (2005) melakukan penelitian penambahan rumput laut sebagai ransum untuk tikus percobaan. Rumput laut yang paling banyak digunakan adalah *Euचेuma cottonii* sebagai bahan penelitian.

Rumput lain jenis lainnya adalah *Caulerpa racemosa*, *Gellidium*, *Ulva lactuca*, *Gracilaria*, *Turbinaria sp.* Lokasi penelitian tersebar dari pulau Sumatera, Jawa dan Kalimantan. Penentuan lokasi penelitian jika tidak disebutkan secara langsung dalam naskah, maka lokasi diambil dari afiliasi penulis koresponden. Secara garis besar penelitian mengenai pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan terbagi menjadi dua topik. Topik pertama penelitian tentang penambahan rumput laut pada makanan seperti permen jelly, mie, bakso dan tempe. Topik tersebut mendominasi sebagian besar penelitian tentang rumput laut sebagai bahan pangan. Sedangkan topik kedua adalah penambahan bahan atau zat lain terhadap olahan makanan berbahan dasar rumput laut seperti stik, kerupuk dan lembaran sayur.

Tabel 1 Pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan

Jenis Makanan	Jenis Rumput Laut	Kelompok Rumput Laut	Lokasi	Pustaka
Permen jelly	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Riau	Hidayat et al. 2017
Permen jelly	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Riau	Rahadian et al. 2017
Permen jelly	-	-	Riau	Insani et al. 2017
Stick ikan	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Palangkara ya	Aryani et al. 2016
Stik rumput laut	-	-	Sumba	Meiyasa dan Tarigan, 2020
Dodol	-	-	Riau	Pasaribu et al. 2015
Bakso ikan	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Samarinda	Rahmawati et al. 2014
Tempe	<i>Gracilaria sp</i>	<i>Rhodophyta</i>	Bali	Monikasari et al. 2021
Pempek	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Palembang	As et al. 2015
Mie	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Jakarta	Murniyati et al. 2010
Kamaboko	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Riau	Hidayat et al. 2014
Cookies	-	-	Bogor	Riyanto dan Wilakstanti, 2006
Agar	<i>Gracilaria</i>	<i>Rhodophyta</i>	Purwokerto	Anggraeni et al. 2010
Ransum	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Bogor	Astawan et al. 2005
Beras analog	<i>Eucheuma cottonii</i>	<i>Rhodophyta</i>	Yogyakarta	Firdausia et al. 2021
Nori	<i>gelidium sp. dan ulva lactuca</i>	<i>Rhodophyta dan Chlorophyta</i>	Bogor	Erniati et al., 2018
Yogurt	<i>Caulerpa racemosa</i>	<i>Chlorophyta</i>	Semarang	Dewi dan Purnamayati 2021
Stick rumput laut	-	-	Riau	Sumartini et al. 2021
Kerupuk	-	-	Samarinda	Asikin et al. 2019
Vegetable leather	<i>Eucheuma cottoni</i>	<i>Rhodophyta</i>	Padang	Yenrina et al. 2016
Vegetable leather	<i>Eucheuma cottoni</i>	<i>Rhodophyta</i>	Padang	Yenrina et al. 2015
Es krim	<i>Turbinaria sp</i>	<i>Phaeophyta</i>	Samarinda	Ramadhan et al. 2011

Penelitian tentang pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan terdiri berdasarkan bentuknya olahan dari rumput laut dapat berupa makanan dan minuman. Fokus penulisan makalah ini pada pemanfaatan rumput laut sebagai makanan dan pengaruhnya terhadap karakteristik kimia dan organoleptik.

#### **Pengaruh penambahan rumput laut terhadap karakteristik kimia produk pangan**

Berdasarkan Tabel 2. terdapat tiga penelitian tentang penambahan rumput laut pada permen

jelly. Masing-masing berbahan dasar kulit manggis (Hidayat et al. 2017), labu kuning (Insani et al. 2017) dan bunga rosella (Rahadian et al. 2017). Rumput laut yang digunakan adalah *Eucheuma cottonii* dengan rasio yang berbeda-beda.

Insani, et al., (Insani et al. 2017) melaporkan bahwa penambahan rumput laut pada permen jelly berpengaruh pada berkurangnya kadar air permen jelly labu kuning. Karen kadar air labu kuning (86.6%) lebih tinggi dibanding kadar air rumput laut (13,9%). Rahadian, et al., (Rahadian et al.

2017) juga melaporkan bahwa penambahan rumput laut pada permen jelly berpengaruh pada berkurangnya kadar air permen jelly bunga rosella. Gugus -OH pada rumput laut lebih sedikit dibanding gugus -OH pada pektin ekstrak bunga rosella. Gugus -OH berfungsi untuk mengikat air, sehingga semakin banyak rumput laut yang ditambahkan atau semakin sedikit ekstrak bunga rosella menyebabkan air yang terikat menjadi lebih sedikit. Hidayat. *et al.*, (Hidayat *et al.* 2017) melaporkan penambahan rumput laut berpengaruh terhadap kadar air permen jelly kulit manggis yang meningkat namun tidak signifikan. Kadar air permen jelly di atas 20% yang merupakan standar mutu SNI permen jelly. Hal tersebut kemungkinan disebabkan kadar air kulit manggis dan rumput laut sama-sama relatif tinggi. Berkurangnya kadar air dapat meningkatkan keawetan permen jelly.

Penambahan rumput laut pada permen jelly berpengaruh sama yaitu meningkatkan kadar abu. Kadar abu yang meningkat menandakan kandungan mineral dalam permen jelly semakin bertambah. Mineral yang terkandung dalam rumput laut yaitu kalsium 186.00 ppm, fosfor 2.76 ppm dan besi 2.12 ppm (Hidayat *et al.* 2017, Insani *et al.* 2017)). Kandungan karbohidrat rumput laut *Eucheuma cottonii* mencapai 63.17% (Kawaroe *et al.* 2017) hingga 87.99% bk (Wresdiyati *et al.* 2011) lebih besar dibandingkan dengan kulit manggis dan ekstrak bunga rosella, sehingga kadar gula reduksi permen jelly meningkat. Sebaliknya kadar gula reduksi permen jelly labu kuning menurun karena kandungan karbohidrat rumput laut (8.1 gram) lebih kecil dari labu kuning (10 gram) dalam 100 gram bagian yang dapat dimakan (BDD) (Mahmud *et al.* 2018). Hidayat, *et al.*, (Hidayat *et al.* 2017) melaporkan bahwa penambahan rumput laut berpengaruh nyata terhadap naiknya kadar serat kasar permen jelly kulit manggis karena kadar serat kulit manggis (0.3%) lebih rendah dibanding dengan kadar serat rumput laut (1,95%). Hasil berbeda dilaporkan oleh Insani, *et al.*, (Insani *et al.* 2017), penambahan rumput laut berpengaruh nyata terhadap turunnya kadar serat kasar permen jelly labu kuning. Kadar serat rumput laut (1,95%) lebih rendah dibanding kadar serat kasar labu kuning (11,01%) (Purwanto *et al.* 2013).

Rumput laut (alginat) dapat dimanfaatkan sebagai penstabil produk es krim. Alginat merupakan komponen utama getah alga coklat dan merupakan senyawa penting dalam dinding sel. Secara kimia, alginat adalah konstituen murni

asam uronat, tersusun dalam rantai lurus panjang. Isolasi alginat dari rumput laut coklat dengan ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Prasetyaningrum dan Purbasari, 2002). Alginat merupakan polisakarida hasil ekstraksi rumput laut (Husni *et al.* 2012, Subagan *et al.* 2020). Dalam industri pangan alginat digunakan sebagai bahan pengemulsi (*emulsifier*), stabilizer, pembentuk gel, dan bahan pengental (Holdt dan Kraan, 2011; Maharani *et al.*, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metil ester alginat mampu memperlambat waktu leleh es krim karena memiliki sifat yang menghambat proses pencairan kristal-kristal es krim. Penambahan rumput laut sebanyak 2% mampu memperpanjang waktu leleh es krim sekitar 2,86 menit, yaitu dari semula 11.09 menit (tanpa rumput laut) menjadi 14.05 menit (Ramadhan *et al.* 2011). Hasil serupa juga dilaporkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Purwasih, *et al.* (2021) bahwa penambahan 0.2% rumput laut dapat memperpanjang waktu leleh sekitar 4.07 menit, yaitu dari semula 10.23 menit menjadi 14.30 menit.

Rumput laut memiliki kandungan air yang cukup tinggi sehingga sangat berpengaruh terhadap produk makanan. Semakin bertambah kandungan rumput laut maka kadar air meningkat. Meningkatnya kadar air bebas dalam suatu produk dapat menyebabkan mutu produk lebih cepat menurun, karena bakteri, jamur dan mikroba lebih mudah berkembang (Pasaribu *et al.* 2015). Penambahan rumput laut berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) dengan meningkatnya kadar air stick ikan Toman (Aryani *et al.* 2016), dodol mangga arum manis (Pasaribu *et al.* 2015), pempek (As *et al.* 2015), mie (Murniyati *et al.* 2010), dan kamaboko (Hidayat *et al.* 2014). Penambahan rumput laut pada bakso ikan tidak berpengaruh nyata terhadap kenaikan kadar air bakso ikan (Rahmawati *et al.* 2014). Sedangkan penambahan pada cookies kadar air cenderung tetap (Riyanto dan Wilakstanti, 2006).

Protein merupakan aspek penting dalam rumput laut. Kadar protein rumput laut berbeda-beda sesuai dengan letak geografi dan lingkungan budidaya serta spesiesnya. Kadar protein rumput laut merah (*Rhodophyta*) lebih tinggi dibandingkan rumput laut hijau (*Chlorophyta*) dan rumput laut coklat (*Phaeophyta*) (Nakhate dan Van Der Meer, 2021). Rumput merah *Eucheuma cottonii* mengandung protein 5.33% (Kawaroe *et al.* 2017). Penambahan tepung rumput laut pada stick ikan meningkatkan kadar protein ( $p < 0.05$ ).

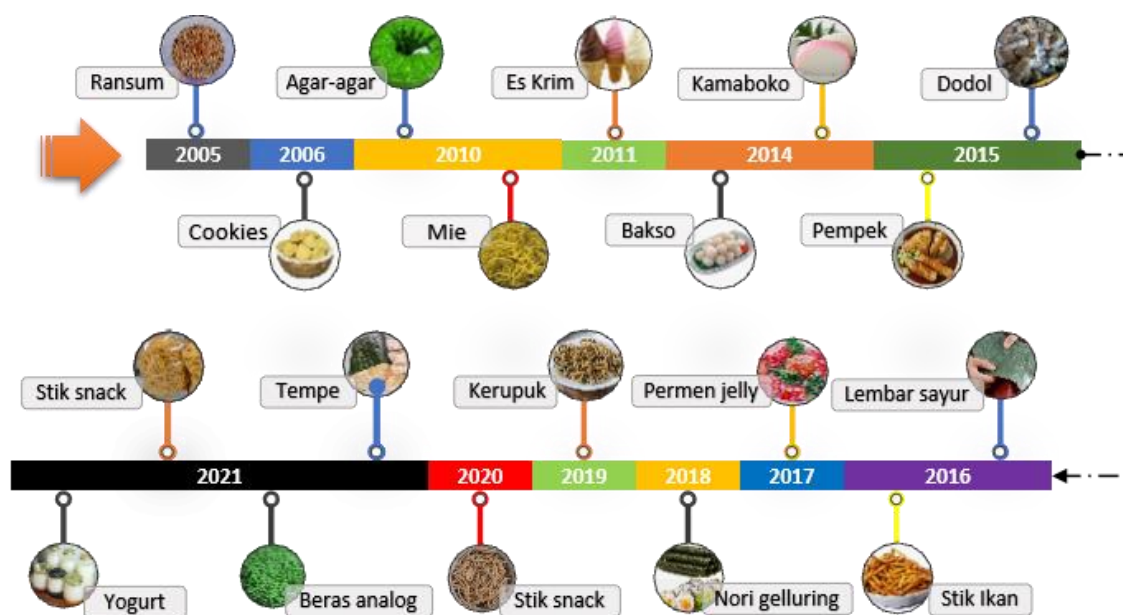
Peningkatan kadar protein tertinggi diperoleh pada penambahan tepung rumput laut (5%) (Aryani *et al.* 2016). Penambahan tepung rumput *Kappaphycus alvarezii* atau lebih dikenal dengan nama *Eucheuma cottonii* pada formulasi pempek surimi ikan nila cenderung meningkatkan kadar protein pempek meski tidak berbeda nyata. Peningkatan kadar protein tertinggi sebesar 2.51% dibanding tanpa penambahan rumput laut kadar protein hanya sebanyak 1.42% (As *et al.* 2015). Penambahan rumput laut menyebabkan kadar protein mie berkurang ( $p < 0.01$ ) (Murniyati *et al.* 2010) dan kadar protein cookies juga berurung (Hidayat *et al.* 2014). Menurut Prastyawan, Purwadi dan Radiati (Prastyawan *et al.* 2015), kandungan garam yang terdapat pada rumput laut menyebabkan terjadinya denaturasi protein sehingga kadar proteinnya menjadi berkurang.

Keunggulan rumput laut adalah memiliki kadar lemak relatif lebih rendah dibanding tumbuhan lain, lemak dalam rumput laut juga mengandung asam lemak essensial termasuk omega-3 (Nakhate dan Van Der Meer, 2021).

Kadar lemak dalam rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah 1,03 – 1,47% (Wresdiyati *et al.* 2011, Kawaroe *et al.* 2017). Penambahan rumput laut merah *Eucheuma cottonii* pada produk mie dan kamaboko berpengaruh pada meningkatnya kadar lemak ( $p < 0.05$ ) (Murniyati *et al.* 2010, Hidayat *et al.* 2014) Kadar lemak rumput laut

sebesar 0,3% (Mahmud *et al.* 2018) turut menyumbang kandungan lemak dalam kombinasi makanan tersebut. Sedangkan penambahan *Eucheuma cottonii* pada produk cookies menyebabkan kadar lemak turun dari 25,27 – 18.54% bb jika dibandingkan dengan kontrol atau tanpa penambahan rumput laut. Hal itu diduga karena formulasi bahan penyusun cookies memiliki kandungan yang lemak yang tinggi. (Riyanto dan Wilakstanti, 2006). Sehingga jika komposisi rumput laut bertambah dan bahan penyusun cookies berkurang maka kadar lemak produk cookies menurun.

Penambahan rumput laut pada produk dodol mangga arum manis berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap kadar abu. Semakin banyak rumput laut yang ditambahkan kadar abu semakin meningkat (Pasaribu *et al.* 2015). Penambahan rumput laut pada pempek dan kamaboko juga berpengaruh nyata terhadap kadar abu yang meningkat. Penambahan pada cookies menyebabkan kadar abu meningkat namun tidak berpengaruh nyata (Riyanto dan Wilakstanti, 2006). Sedangkan penambahan rumput laut dan ikan pada mie menyebabkan kadar abu semakin rendah (Murniyati *et al.* 2010). Meningkatnya kadar abu menandakan mineral dalam produk makanan tersebut semakin bertambah (Hidayat *et al.* 2017, Insani *et al.* 2017).



Gambar 1 Time line perkembangan penelitian aplikasi rumput laut pada produk pangan

Tabel 2 Pengaruh penambahan rumput laut terhadap karakteristik kimia dan sensoris pada beberapa jenis makanan

Jenis makanan	Formulasi penambahan rumput laut	Pengaruh terhadap makanan		Pustaka
		Proksimat	sensori	
Permen jelly kulit manggis	Rasio sari kulit manggis : bubur rumput laut 2:1, 3:2, 1:1, 2:3 dan 1:2	<p>↑Rumput laut (RL) →↑: kadar abu, kadar gula reduksi, kadar serat kasar (p&lt;0.05)</p> <p>↑RL→ ↑: kadar air</p> <p>↑RL→ ↓: aktivitas antioksidan</p>	<p>↑ Rumput laut (RL)→ ↑: rasa, tekstur, kesukaan/keseluruhan (p &lt; 0.05)</p> <p>↑RL→ ↓: warna</p>	Hidayat et al. 2017
Permen jelly bunga rosella	Perbandingan ekstrak bunga rosella dengan bubur rumput laut (90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50)	<p>↑RL→ ↑: kadar abu, pH dan kadar gula reduksi (p &lt; 0.05)</p> <p>↑RL→ ↓: kadar air (p &lt; 0.05)</p>	<p>↑RL→ ↑: -</p> <p>↑RL→ ↓: warna, aroma, rasa, tekstur</p>	Rahadian et al. 2017
Permen jelly labu kuning	Perbandingan bubur labu kuning dengan bubur rumput laut (66:34, 58:42, 50:50, 42:58, 34:66)	<p>↑RL→ ↑: kadar abu meningkat (p &lt; 0.05)</p> <p>↑RL→ ↓: kadar air, kadar gula reduksi, kadar serat kasar (p &lt; 0.05)</p>	<p>↑RL→ ↑: tekstur (p &lt; 0.05)</p> <p>↑RL→ ↓: warna, aroma, rasa (p &lt; 0.05)</p>	Insani et al. 2017
Stick ikan	Penambahan rumput laut sebesar 0, 1, 3 dan 5% dari seluruh bahan atau sebanyak 0, 75, 225 dan 375 gr	<p>↑RL→ ↑: kadar air, kadar protein, kadar serat kasar (p &lt; 0.05)</p>	<p>↑RL→ ↑: warna, rasa, kerenyahan</p> <p>↑RL→ ↓: kenampakan, aroma</p>	Aryani et al. 2016
Stik rumput laut	Penambahan bubur rumput laut sebanyak 10, 20, 30, 40 dan 50g.	<p>Formulasi terbaik diperoleh pada penambahan bubur rumput laut 30g, analisis kimia difokuskan pada pengaruh penambahan tulang ikan.</p>	-	Meiyasa dan Tarigan, 2020
Dodol	Perbandingan tepung ketan : tepung rumput laut (85:15, 80:20, 75:25, 70:30) gr	<p>↑RL→ ↑: kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar (p &lt; 0.05)</p> <p>↑RL→ ↓: nilai keseluruhan</p>	<p>↑RL→ ↑: -</p> <p>↑RL→ ↓: warna, aroma, rasa, tekstur</p>	Pasaribu et al. 2015
Bakso ikan	Perbandingan bubur rumput laut, tepung tapioka dan daging ikan (10:5:85, 20:5:75, 30:5:65, 40:5:55, 50:5:45) %	<p>↑RL→ ↑: kadar air, kualitas gel</p> <p>↑RL→ ↓: -</p>	-	Rahmawati et al. 2014
Tempe	Perbandingan kedelai dan tepung rumput laut 100:0; 97,5:2,5; 95:5; 92,5:7,5; dan 90:10	<p>↑RL→ ↑: kadar yodium (p &lt; 0.05)</p> <p>↑RL→ ↓: -</p>	<p>↑RL→ ↑: -</p> <p>↑RL→ ↓: warna, aroma, tekstur dan rasa</p>	Monikasari et al. 2021
Pempek	Perbandingan surimi ikan nila (didalamnya terdapat tepung rumput laut 3%) dan tepung tapioka (1:2, 2:2, 3:2, 4:2)	<p>↑RL→ ↑: kadar air, kadar abu, kadar serat pangan (p &lt; 0.05)</p>	<p>↑RL→ ↑: -</p> <p>↑RL→ ↓: penampakan, tekstur, aroma, rasa (p&lt;0.05)</p> <p>↑RL→ ↓: warna</p>	As et al. 2015

		<p>↑RL→ ↑: kadar lemak, kadar protein,          ↑RL→ ↓: kadar karbohidrat,</p>		
Mie	Penambahan rumput laut sebanyak 10, 20, 30 dan 40%	<p>↑RL→ ↑: kadar air, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar yodium (<math>p &lt; 0.05</math>)          ↑RL→ ↓: kadar abu, protein (<math>p &lt; 0.05</math>)</p>	<p>↑RL→ ↑: warna (<math>p &lt; 0.005</math>)          ↑RL→ ↓: rasa          aroma, tekstur (cenderung tetap)</p>	Murniyati et al. 2010
Kamaboko	Penambahan rumput laut 0, 5, 10, dan 15% dari berat daging lumat ikan patin	<p>↑RL→ ↑: kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar serat kasar (<math>p &lt; 0.05</math>)          ↑RL→ ↓: -</p>	<p>↑RL→ ↑: rupa/kenampakan, aroma, rasa dan tekstur (<math>p &lt; 0.005</math>)          ↑RL→ ↓: -</p>	Hidayat et al. 2014
Cookies	Penambahan tepung dari ampas agar-agar kertas (rumput laut) sebanyak 0, 10, 20, 30,40 dan 50% dari 100gr tepung terigu	<p>↑RL→ ↑: kadar abu, kadar serat kasar dan serat makanan          ↑RL→ ↓: kadar protein, kadar lemak kadar air cenderung tetap</p>	<p>↑RL→ ↑: -          ↑RL→ ↓: warna, rasa, aroma, tekstur</p>	(Riyanto dan Wilakstanti, 2006)
Es krim	Penambahan alginat pada es krim sebesar (1, 2, 3 dan 4) %	<p>↑RL→ ↑: memperpanjang/memperlambat waktu leleh es krim</p>	-	Ramadhan et al. 2011
Beras analog	Menambahkan rumput laut 1% dari komposisi beras analog mocaf, jagung, kacang polong	<p>↑RL→ ↑: serum insulin, morphological Lengerhans dan ekspresi insulin, serat          ↑RL→ ↓: -</p>	-	Firdausia et al. 2021
Ransum	Penambahan tepung rumput laut (perlakuan TRL: 1, 5 dan 10%),	<p>↑RL→ ↑: kolesterol digesta, berat sekum (<math>p &lt; 0.01</math>)          ↑RL→ ↑: HDL          ↑RL→ ↓: total kolesterol, LDL, trigliserida, indeks atherogenik (<math>p &lt; 0.01</math>)</p>	-	Astawan et al. 2005

---

Ket: ↑: meningkat, ↓: menurun



Jika dipadukan dengan bahan makanan lain, rumput laut akan menyumbang serat pangan yang cukup tinggi. Rumput laut merah *Euचेuma cottonii* mengandung serat pangan sebanyak 81.94% bk, yang terdiri dari 38.77% serat pangan larut dan 43.17% serat pangan tidak larut (Wresdiyati *et al.* 2011). Serat pangan berperan dalam proses pencernaan dalam tubuh, kekurangan serat berakibat pada timbulnya beberapa penyakit berbahaya seperti diabetes melitus dan penyakit jantung koroner (Aryani *et al.* 2016). Soviana dan Maenasari (Soviana, E., Maenasari 2019) melaporkan bahwa terdapat hubungan antara kadar glukosa darah dan asupan serat pasien penderita diabetes melitus tipe 2, dimana asupan serat semua pasien/subjek penelitian tergolong rendah. Penambahan serat pangan rumput laut *Euचेuma cottonii* juga berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) pada meningkatnya kadar serat pada produk dodol (Meiyasa dan Tarigan, 2020), pempek (As *et al.* 2015), mie (Murniyati *et al.* 2010), stick ikan (Aryani *et al.* 2016) dan kamaboko (Hidayat *et al.* 2014).

Kandungan serat pada rumput laut yang cukup tinggi juga mendorong Firdausia, *et al.* (2021) untuk menambahkannya pada beras analog. Beras analog dengan komposisi campuran mocaf (tepung singkong modifikasi) 71%, jagung 21%, kacang polong/gude 7%, ditambah rumput laut 1%. Beras analog tersebut diujicoba pada tikus percobaan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap diabetes pada tikus. Serat yang terkandung dalam rumput laut bersama dengan serat pada mocaf dan jagung dapat menyebabkan indeks glikemik (GI) rendah sehingga membantu dalam mengatur kadar glukosa darah (Firdausia *et al.* 2021). Kandungan serat pada rumput laut juga bermanfaat agar terhindar dari penyakit kardiovaskuler atau penyakit jantung. Astawan *et al.* (2005) melaporkan bahwa penambahan tepung rumput laut dapat menurunkan kolesterol darah tikus percobaan dari *strain Sprague-Dawley*. Penambahan tepung rumput laut pada ransum tikus hiperkolesterolemia meningkatkan berat sekum tikus. Sekum merupakan bagian usus berbentuk kantong yang dilalui sisa makanan. Bertambah beratnya sekum tikus karena adanya serat pangan yang dikonsumsi melakukan pengikatan senyawa organik seperti lemak, kolesterol dan asam empedu. Sehingga dapat menurunkan kolesterol total, LDL, trigliserida dan indeks atherogenik. Dimana 65% komponen LDL merupakan kolesterol yang dapat memicu penyakit jantung koroner. Walaupun penelitian

baru diujicoba pada tikus percobaan, namun hasil penelitian ini dapat diaplikasikan ke manusia dengan beberapa modifikasi.

Tempe merupakan makanan yang sangat familiar dan biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, mulai dari anak-anak, dewasa hingga orang tua. Kandungan nilai gizi dari tempe cukup tinggi, namun tidak dengan yodiumnya. Monikasari, *et al.* (2021) melakukan penelitian fortifikasi yodium pada tempe dengan perlakuan menambahkan rumput laut hingga 10%. Penambahan rumput laut menghasilkan kadar yodium tempe yang berbeda nyata. Semakin banyak rumput laut yang ditambahkan kadar yodium semakin meningkat.

### **Pengaruh penambahan rumput laut terhadap sifat sensori produk pangan**

Analisis organoleptik atau uji sensori adalah pengujian dengan menggunakan indera manusia sebagai alat penerimaan terhadap suatu produk. Parameter uji sensori adalah kenampakan, warna, tekstur aroma, rasa dan kualitas keseluruhan yang dinilai oleh panelis secara subjektif berdasarkan tingkat kesukaan terhadap sampel uji (Seveline *et al.* 2021). Sifat sensori pada produk makanan dengan penambahan rumput laut menunjukkan hasil yang berbeda. Pada permen jelly kulit manggis rasa, tekstur dan nilai keseluruhan meningkat, namun skor warna berkurang. Rasio terbaik pada perbandingan 50% kulit manggis dan 50% rumput laut yang menghasilkan permen jelly berwarna merah keunguan, kenyal teksturnya dan rasanya manis serta dapat diterima oleh panelis secara umum (Hidayat *et al.* 2017). Dalam hal tekstur, hasil yang sama diperoleh pada permen jelly kulit manggis dan labu kuning. Sedangkan tekstur pada permen jelly bunga rosella berkurang. Warna, aroma dan rasa pada permen jelly bunga rosella dan labu kuning menunjukkan nilai menurun (Insani *et al.* 2017, Rahadian *et al.* 2017).

Rumput laut mengandung pigmen yang mempengaruhi warna, rasa dan aroma rumput laut juga cukup kuat yang tidak selalu dapat diterima oleh semua orang. Pigmen yang mempengaruhi warna pada rumput laut hijau (*Chlorophyceae*) adalah pigmen klorofil a, klorofil b dan karotenoid (siponaxantin, siponein, lutein, violaxantin, dan zeaxantin). Klorofil a, klorofil c dan karotenoid (fukoxantin, violaxantin, zeaxantin) terdapat pada rumput laut coklat (*Phaeophyceae*). Klorofil a, klorofil d, dan fikobiliprotein merupakan pigmen utama yang terkandung dalam rumput

laut merah (*Rhodophyceae*) (Merdekawati, W. and Susanto 2009, Hidayat *et al.* 2018). Rumput pada kondisi segar memiliki bau agak amis (Hidayat, *et al.*, 2018) yang dapat dihilangkan dengan merendamnya pada larutan kalsium klorida. Rumput laut juga mempunyai aroma air laut yang khas yang dapat ditutupi atau dinetralsisir dengan penambahan essens buah (Alamsyah *et al.* 2013).

Kandungan serat pada rumput laut mempengaruhi kadar abu yang secara tidak langsung berpengaruh pada warna produk. Dalam beberapa kasus, penambahan rumput laut justru menurunkan penerimaan sensori konsumen, seperti pada stick ikan, kenampakan dan aroma menjadi berkurang (Aryani *et al.* 2016). Bahkan pada produk dodol, tempe, pempek dan cookies semua karakteristik sensori warna, aroma, rasa dan tekstur menurun namun masih dalam batas diterima oleh konsumen (As *et al.*, 2015; Monikasari *et al.*, 2021; Pasaribu *et al.*, 2015; Riyanto dan Wilakstanti, 2006). Pada produk mie, hanya nilai rasa yang menurun, sementara aroma dan tekstur cenderung tetap. Walaupun demikian, penambahan rumput laut dapat meningkatkan penerimaan konsumen seperti pada kamaboko; rupa/kenampakan, aroma, rasa dan tekstur semuanya meningkat (Hidayat *et al.* 2014). Pada stik ikan, warna, rasa dan kerenyahan meningkat (Aryani *et al.* 2016). Sedangkan pada produk mie, hanya rasa saja yang menurun (Murniyati *et al.* 2010).

Secara umum penambahan rumput laut pada produk makanan dapat meningkatkan kandungan nutrisi, disisi lain beberapa hasil penelitian dapat menurunkan karakteristik organoleptik makanan tersebut. Sehingga dalam menambahkan rumput laut perlu memperhatikan jenis rumput laut, komposisi rasio rumput laut dan bahan-bahan penyusun makanan. Tantangan yang patut dipecahkan adalah penambahan rumput laut pada produk makanan adalah beberapa konsumen kurang menyukai efek/pengaruh sensori pada makanan.

#### **Arah Penelitian Masa Depan**

Penelusuran penelitian tentang pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan telah menemukan artikel tentang penambahan rumput laut pada produk makanan serta penambahan bahan lain pada produk rumput laut. Diduga peneliti lebih tertarik untuk melakukan kombinasi bahan rumput laut dengan produk pangan lain

sehingga memiliki rasa maupun nilai gizi yang beragam. Sumber daya rumput laut yang melimpah dan manfaat yang dimilikinya sudah selayaknya rumput laut dimasukkan menjadi menu makanan sehari-hari sebagai pelengkap bahkan pengganti makanan yang sudah ada seperti nasi, roti dan sebagainya. Ragam makanan nusantara dari sabang sampai merauke membuka peluang rumput laut sebagai substitusi maupun komplementer makanan untuk diteliti lebih lanjut. Penambahan rumput laut pada makanan meningkatkan kadar air yang cukup signifikan sehingga berpengaruh pada penurunan masa simpan. Selain pengaruh pada karakteristik dan proksimat makanan, disarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan uji penyimpanan atau keawetan produk makanan. Peluang pemanfaatan rumput laut sebagai produk pangan masih terbuka lebar karena perkembangan penelitian saat ini hanya sebagian kecil aplikasi pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan. Hasil penelitian yang berkualitas dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat untuk mengkonsumsi rumput laut sebagai bahan pangan. Penelitian dan pengembangan produk turunan atau produk setengah jadi rumput laut seperti alginat, tepung rumput laut, karaginan perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah rumput laut. Diperlukan kolaborasi penelitian dari berbagai sektor pemangku kepentingan mulai dari pelaku usaha, pemerintah, peneliti dan akademisi untuk lebih mengoptimalkan potensi rumput laut Indonesia agar bernilai tambah tinggi dan berkelanjutan.

#### **KESIMPULAN**

Penelitian tentang pemanfaatan rumput laut sebagai bahan makanan telah berkembang sejak tahun 2005. Sebagian besar penelitian bertema penambahan rumput laut pada makanan. Makanan tersebut adalah bakso ikan, dodol, tempe, pempek, permen jelly, stik ikan, mie dan cookies. Penambahan rumput berpengaruh pada meningkatnya kandungan nutrisi makanan. Kadar protein, kadar yodium dan kadar serat meningkat. Serat pada rumput laut mampu memperpanjang waktu leleh es krim serta dapat menurunkan kadar kolesterol. Penambahan rumput laut cenderung menurunkan karakteristik sensori yang mempengaruhi penerimaan konsumen. Rasa dan aroma adalah parameter yang paling terpengaruh. Komposisi rasio penambahan rumput laut dapat meningkatkan kandungan gizi makanan tanpa mengurangi kesukaan konsumen.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini didukung oleh pendanaan RIIM 2022-2023, kerjasama Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

### DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, R., N. Lestari, and R. F. Hasrini. 2013. Kajian Mutu Bahan Baku Rumput Laut (*Eucheuma* sp.) dan Teknologi Pangan Olahannya. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 24(1):57–67.
- Anggraeni, C., T. Tjiptasurasa, and D. Hartanti. 2010. Efek Air Kelapa Terhadap Penarikan Agar Pada Proses Pengolahan Pascapanen Rumput Laut (*Gracilaria Gigas* Harv.). *Pharmacy* 7(3):1–12.
- Aryani, T. W. Sulistyaningrum, and Norhayani. 2016. Pengaruh Penambahan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) pada Pengolahan Fishstick Ikan Toman (*Channa micropeltes*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika* 5(2):57–63.
- As, Y., R. Nopianti, and S. Lestari. 2015. Pemanfaatan Surimi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Tepung Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) sebagai Bahan Baku Pempek.
- Asikin, A. N., I. Kusumaningrum, and T. Hidayat. 2019. Effect of knife-fish bone powder addition on characteristics of starch and seaweed kerupuk as calcium and crude fiber sources. *Current Research in Nutrition and Food Science* 7(2):584–599.
- Astawan, M., T. Wresdiyati, and A. B. Hartanta. 2005. Pemanfaatan Rumput Laut sebagai Sumber Serat Pangan untuk Menurunkan Kolesterol Darah Tikus. *HAYATI Journal of Biosciences* 12(1):23–27.
- Bashar, M. B., M. Akter, M. H. Naim, S. Eatimony, and S. Md Kayser. 2019. Anti-diarrheal and Antioxidant Activity of Methanolic Leaf Extract of *Glycosmis pentaphylla* Retz. *World Journal of Pharmaceutical Science* 7(1):11–15.
- Cai, J., A. Lovatelli, J. Aguilar-Manjarrez, L. Cornish, L. Dabbadie, A. Desrochers, S. Diffey, E. Garrido Gamarro, J. Geehan, A. Hurtado, D. Lucente, G. Mair, W. Miao, P. Potin, C. Przybyla, M. Reantaso, R. Roubach, M. Tauati, and X. Yuan. 2021. *Seaweed and Microalgae: An Overview for Unlocking Their Potential in Global Aquaculture Development*. FAO, Rome.
- Damongilala, L. J., D. S. Wewengkang, F. Losung, and T. E. Tallei. 2021. Phytochemical and antioxidant activities of *eucheuma spinosum* as natural functional food from north sulawesi waters, indonesia. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 24(1):132–138.
- Dewi, E. N., and L. Purnamayati. 2021. Characterization of *caulerpa racemosa* yogurt processed using *lactobacillus bulgaricus* and *streptococcus thermophilus*. *Food Research* 5:54–61.
- Diachanty, S., N. Nurjanah, and A. Abdullah. 2017. Antioxidant Activities of Various Brown Seaweeds from Seribu Islands. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 20(2):305–318.
- Dwimayasanti, R. 2018. Rumput Laut: Antioksidan Alami Penangkal Radikal Bebas. *Oseana* 43(2):13–23.
- Erniati, F. R. Zakaria, E. Prangdimurti, D. R. Adawiyah, B. P. Priosoeryanto, and N. Huda. 2018. Chemical evaluation of a nori-like product (Geluring) made from the mixture of *gelidium* sp. and *ulva lactuca* seaweeds. *Current Research in Nutrition and Food Science* 6(3):664–671.
- FAO. 2018. *The Global Status of Seaweed Production, Trade and Utilization*. FAO, Rome.
- Firdausia, R. S., Rumiyyati, A. E. Nugroho, Y. A. Purwestri, and Y. Pranoto. 2021. The effect of functional rice analogue diet from mocaf, corn, pigeon pea and seaweed on rats model of type 2 diabetes. *Food Research* 5(4):238–247.
- Gazali, M., Nurjanah, and N. P. Zamani. 2018. Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Cokelat *Sargassum* sp. Agardh sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Ace. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 21(1):167–178.
- Hendrawati, T. Y. 2016. *Pengolahan Rumput Laut dan Kelayakan Industrinya*. Page UMJ Press. Jakarta.
- Hidayat, A., V. Setiaries Johan, and R. Efendi. 2017. Pemanfaatan kulit manggis dan rumput laut dalam pembuatan permen jelly. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau* 4(1):1–12.
- Hidayat, N., M. Ilza, and S. Syahrul. 2014. Kajian Penggunaan Rumput Laut (*Eucheuma*

- cottonii) Sebagai Bahan Tambahan dalam Pengolahan Kamaboko Ikan Patin (*Pangasius hppthalmus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 19(2):33–41.
- Hidayat, T., N. Nurjanah, M. Nurilmala, and E. Anwar. 2018. Karakterisasi Rumput Laut Tropika dari Kepulauan Seribu sebagai Sumber Bahan Baku Kosmetik. *CR Journal* 4(2):49–62.
- Holdt, S. L., and S. Kraan. 2011. Bioactive Compounds in Seaweed: Functional Food Applications and Legislation. *Journal of Applied Phycology* 23:543–597.
- Husni, A., Subaryono, Y. Pranoto, Tazwir, and Ustadi. 2012. Pengembangan Metode Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut *Sargassum* sp. sebagai Bahan Pengental. *Agritech* 32(1):1–8.
- Insani, D., N. Herawati, and E. Rossi. 2017. Pemanfaatan Labu Kuning dalam Pembuatan Permen Jelly dengan Penambahan Rumput Laut. *Jom FAPERTA* 5(2):1–11.
- Irasari, N., A. Diharmi, S. W. Sidauruk, and F. Sinurat. 2022. Identifikasi Komponen Bioaktif dan Aktifitas Antibakteri Ekstrak Kasar Rumput Laut Merah (*Euचेuma spinosum*) 14(1):9–15.
- Kawaroe, M., S. Salundik, R. Wahyudi, and D. F. Lestari. 2017. Comparison of Biogas Production from Macroalgae *Euचेuma cottonii* in Anaerobic Degradation under Different Salinity Conditions 35(3):344–351.
- MacArtain, P., C. I. R. Gill, M. Brooks, R. Campbell, and I. R. Rowland. 2007. Nutritional value of edible seaweeds. *Nutrition Reviews* 65(12):535–543.
- Maharani, A. A., A. Husni, and N. Ekantari. 2017. Karakteristik Natrium Alginat Rumput Laut Cokelat *Sargassum fluitans* dengan Metode Ekstraksi yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 20(3):478–487.
- Mahmud, M. K., Hermana, Nazarina, M. S, N. A. Zulfianto, Muhayatun, A. B. Jahari, D. Permaesih, F. Ernawati, Rugayah, Haryono, S. Prihatini, I. Raswanti, R. Rahmawati, D. S. P, Y. Permanasari, U. Fahmida, A. Sulaeman, N. Andarwulan, Atmarita, Almasyhuri, N. Nurjanah, N. I. S, G. Sianturi, E. Prihastono, and L. Marlina. 2018. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Meiyasa, F., and N. Tarigan. 2020. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) Sebagai Sumber Kalsium Dalam Pembuatan Stik Rumput Laut. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 24(1):67–76.
- Merdekawati, W. and Susanto, A. B. 2009. Kandungan dan Komposisi Pigmen Rumput Laut Serta Potensinya untuk Kesehatan. *Squalen* 4(2):41–47.
- Monikasari, N. N. T., I. B. Wayan Gunam, and N. W. Wisaniyasa. 2021. Pemanfaatan Tepung Rumput Laut *Gracilaria* sp. pada Tempe sebagai Alternatif Pangan Sumber Yodium. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 16(1):53–61.
- Murniyati, M., S. Subaryono, and I. Hermana. 2010. Pengolahan Mie yang Difortifikasi dengan Ikan dan Rumput Laut sebagai Sumber Protein, Serat Kasar, dan Iodium.
- Nakhate, P., and Y. Van Der Meer. 2021. A systematic review on seaweed functionality: a sustainable bio-based material. *Sustainability* 13(11):6174.
- Nilsson, A. E., K. Bergman, L. P. Gomez Barrio, E. M. Cabral, and B. K. Tiwari. 2022. Life cycle assessment of a seaweed-based biorefinery concept for production of food, materials, and energy. *Algal Research* 65(September 2021):102725.
- Pasaribu, H. U., A. Ali, and F. Hamzah. 2015. Pemanfaatan Mangga Arum Manis dalam Pembuatan Dodol dengan Perbedaan Konsentrasi Tepung Ketan dan Rumput Laut. *Jom Faperta* 2(2):1–16.
- Peñalver, R., J. M. Lorenzo, R. A. Amarowicz, G. Ros, M. Pateiro, and G. Nieto. 2020. Seaweeds as a Functional Ingredient for a Healthy Diet. *Marine Drugs* 18(31):1–27.
- Prasetyaningrum, A., and A. Purbasari. 2002. Ekstraksi Alginat Dari Rumput Laut Dan Aplikasinya Pada Industri. *Reaktor* 6(2):63–67.
- Prastyawan, F., Purwadi, and Lilik Eka Radiati. 2015. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut Terhadap Kualitas Fisik Dan Organoleptik Dodol Susu. *Jurnal Repository Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya*:1–11.
- Purwanto, C. Chrisandy, D. Ishartani, and Dimas Rahadian. 2013. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Tepung Labu Kuning (*Cucurbita maxima*) dengan Perlakuan Blanching dan

- Perendaman Natrium Metabisulfit. *jurnal Teknosains Pangan* 2(2):121–130.
- Purwasih, R., E. Sobari, P. S. Agroindustri, J. Agroindustri, and P. N. Subang. 2021. Pengaruh Penambahan Tepung Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai Bahan Penstabil Terhadap Karakteristik Fisik dan Hasil Uji Sensoris Es Krim 15(4):1054–1061.
- Rahadian, R., N. Harun, and R. Efendy. 2017. Pemanfaatan ekstrak kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L) dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap mutu permen jelly.
- Rahmawati, D. S., I. Zuraida, and R. Hasanah. 2014. Pemanfaatan rumput laut (*eucheuma cottonii*) pada pengolahan bakso ikan. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis* 19(2):33–42.
- Ramadhan, R., R. Kartika, and S. P. Pasaribu. 2011. Sintesis Metil Ester Alginat Dari Rumput Laut (*Turbinaria* Sp) Dalam Pemanfaatannya Sebagai Stabilizer Makanan. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 5(9):16–21.
- Riyanto, B., and M. Wilakstanti. 2006. Cookies Berkadar Serat Tinggi Substitusi Tepung Ampas Rumput Laut Dari Pengolahan Agar-Agar Kertas. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 9(1):49–60.
- Sanger, G., B. E. Kaseger, L. K. Rarung, and L. Damongilala. 2018. Potensi beberapa Jenis Rumput Laut sebagai Bahan Pangan Fungsional, Sumber Pigmen dan Antioksidan Alami. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 21(2):208.
- Seveline, S., H. Oktafiana, W. M. Indriatama, and M. Taufik. 2021. Pengaruh Penambahan Bakteri Asam Laktat Terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Tepung Sorgum Fermentasi. *Agrointek* 15(1):106–114.
- Soviana, E., Maenasari, D. 2019. Asupan Serat, Beban Glikemik dan Kadar Glukosa Darah pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Kesehatan* 12(1):19–29.
- Subagan, K. N. G. D., L. Suhendra, and N. M. Wartini. 2020. Karakteristik Bubuk Alginat dari Alga Coklat *Sargassum* sp . pada Perlakuan Waktu dan Suhu Maserasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 8(1):105–113.
- Sumartini, S. Gurusmatika, and W. Amira. 2021. The effect of food additive on physicochemical characteristics of seaweed stick snack and consumer acceptance. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal* 4(2):102–113.
- Wresdiyati, T., A. B. Hartanta, and M. Astawan. 2011. Tepung Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Menaikkan Level Superoksida Dismutase (Sod) Ginjal Tikus Hiperkolesterolemia. *Jurnal Veteriner Juni* 12(2):126–135.
- Yenrina, R., K. Sayuti, and R. . Maharani. 2016. Antioxidant Activity of Vegetable Leather Composed of Gotu Kola and Seaweed with Addition of Strawberries.
- Yenrina, R., K. Sayuti, R. T. Maharani, and D. Rasjmida. 2015. Acceptability and antioxidant activity of vegetable leather of soursop leaves (*Annona muricata* L) and seaweed (*Eucheuma cottonii*) with addition of strawberries (*Fragaria vesca* L). *Pakistan Journal of Nutrition* 14(8):498–502.