



PEMANFAATAN RUMPUT LAUT UNDARIA PINNAFITIDA SEBAGAI PEMBUATAN  
MINUMAN SEHAT

Oleh

Prita Laura<sup>1</sup>, Mutia Kartika<sup>2</sup>, Rosianna Sianipar<sup>3</sup>, Yustisia Kristiana<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Pengelolaan Perhotelan, Fakultas Pariwisata, Universitas Pelita  
Harapan Jakarta

Email: <sup>1</sup>[01541210075@student.uph.edu](mailto:01541210075@student.uph.edu), <sup>2</sup>[01541210112@student.uph.edu](mailto:01541210112@student.uph.edu),  
<sup>3</sup>[rosianna.sianipar@uph.edu](mailto:rosianna.sianipar@uph.edu), <sup>4</sup>[yustisia.kristiana@uph.edu](mailto:yustisia.kristiana@uph.edu)

Abstrak

Pemanfaatan rumput laut dalam industri makanan dan minuman semakin meningkat karena kandungan nutrisinya yang kaya serta berbagai manfaat kesehatannya. Penelitian ini mengkaji potensi Wakame (*Undaria pinnatifida*) sebagai bahan substitusi dalam formulasi minuman sehat. Meskipun umumnya digunakan dalam hidangan Jepang seperti sup, Wakame jarang dimanfaatkan dalam pembuatan minuman. Penelitian ini bertujuan mengembangkan minuman berbasis Wakame yang tidak hanya menyegarkan, tetapi juga memberikan manfaat kesehatan yang signifikan. Wakame kaya akan nutrisi penting seperti serat pangan, vitamin, dan mineral yang mendukung kesehatan pencernaan, meningkatkan daya tahan tubuh, serta membantu pengelolaan berat badan. Minuman ini akan diformulasikan dengan mencampurkan Wakame yang telah dihidrasi ulang dengan madu dan sari lemon, guna menciptakan keseimbangan rasa manis dan asam sambil mempertahankan manfaat kesehatan rumput laut. Penelitian ini akan mengeksplorasi kelayakan pemanfaatan Wakame dalam produk minuman, menawarkan pilihan baru untuk pengembangan minuman sehat di Indonesia.

**Kata Kunci:** *Undaria Pinnatifida*, Rumput Laut, Minuman Sehat, Nutrisi, Formulasi Minuman

PENDAHULUAN

Komoditas budidaya perikanan di dunia didominasi oleh produksi rumput laut. Berdasarkan volume, rumput laut terdiri hampir 30% dari total produksi budidaya perairan dunia (Ward et al., 2021). Secara global, total produksi rumput laut dunia pada tahun 2018 mencapai 32 juta ton berat segar (FAO, 2020; Kambey et al., 2021). Sebagian besar total produksi rumput laut di dunia didominasi oleh negara-negara Asia. Menurut Chopin & Tacon (2020) negara-negara di Asia berkontribusi sebanyak 99,5% dari total produksi rumput laut dunia pada tahun 2018 dengan China sebagai kotributor teratas menyumbang 57% dan diikuti oleh Indonesia yang menyumbang 29% total produksi rumput laut dunia. Indonesia sebagai negara kepulauan dengan 17.504 pulau dan

81.000 km panjang garis pantai memiliki potensi sangat besar bagi pengembangan komoditas rumput laut. Kegiatan pengembangan rumput laut telah dilakukan di seluruh perairan Indonesia mulai dari Nangroe Aceh Darusalam (NAD) sampai Papua (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya KKP, 2015), ditambah dengan kondisi perairan yang kaya dan beragam dan lokasi Indonesia yang dekat dengan khatulistiwa di mana matahari bersinar sepanjang tahun, sehingga budidaya rumput laut dapat dilakukan tanpa dibatasi waktu. Selain itu, laut Indonesia juga relatif tenang dan tidak ada topan atau tornado yang dapat merusak budidaya rumput laut (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya KKP, 2024). Semua faktor ini berkontribusi



menjadikan Indonesia sebagai salah satu produsen rumput laut terbesar di dunia, dengan potensi yang tidak hanya mendukung sektor agrikultur dan ekonomi lokal, tetapi juga membuka peluang besar untuk pengembangan pariwisata berbasis kelautan dan ekowisata. Keberlanjutan produksi rumput laut dapat dimanfaatkan sebagai daya tarik wisata edukasi, seperti pengenalan proses budidaya, pengolahan, hingga inovasi produk turunan yang bernilai tinggi, termasuk dalam industri kuliner sehat yang semakin diminati wisatawan. Berbagai jenis rumput laut seperti *Gracilaria* sp., *Eucheuma cottonii*, dan *Kappaphycus alvarezii* yang telah lama dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan pangan maupun non-pangan. Di industri pangan, rumput laut ini kerap digunakan sebagai bahan baku pembuatan agar-agar, karagenan, serta produk lainnya yang memanfaatkan sifat pengental alami dan penguat tekstur dalam makanan dan minuman (Rizkaprilissa, 2023). Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2022, budidaya rumput laut Indonesia menghasilkan 9,23 juta ton yang didominasi varian *Cottonii* sebagai bahan karagenan. disusul jenis rumput laut *Sargassum*, *Gracilaria*, *Haliminea*, dan *Gelidium amanzii*. Salah satu metode penggunaan rumput laut yang paling populer adalah dengan menggunakannya sebagai bahan untuk makanan dan minuman (Gusman et al, 2023) karena rasa dan teksturnya yang mudah diadaptasikan dalam berbagai bentuk makanan dan minuman. Contohnya pada rumput laut *Spirulina platensis* yang kerap digunakan dalam minuman yang ditujukan untuk mereka yang aktif berolahraga (Sadhegi et al, 2022), dan *Eucheumacottonii* yang digunakan dalam bentuk bubuk instan karena kaya dengan serat yang sehat untuk pencernaan (Maiola et al, 2015).

Dari segi gastronomi, berbagai studi tentang manfaat spesies rumput laut seperti Wakame (*Undaria pinnatifida*) untuk kesehatan sudah banyak dilakukan. Wakame (*Undaria*

*pinnatifida*) kaya akan nutrisi penting, seperti serat pangan, mineral, dan vitamin. Wakame (*Undaria pinnatifida*) merupakan kelompok rumput laut cokelat yang tumbuh di perairan laut pada kedalaman 0,5-10 meter. Daerah tumbuh rumput laut cokelat berada di posisi lebih dalam dibandingkan rumput laut hijau karena rumput laut hijau membutuhkan cahaya matahari untuk mendukung proses fotosintesis. Wakame (*Undaria pinnatifida*) paling banyak tumbuh di sekitar perairan Jepang, namun juga tumbuh di perairan Indonesia seperti di Sulawesi dan Lombok walau dalam jumlah sedikit (Lutfiawan, 2015). Wakame (*Undaria pinnatifida*) di Indonesia masih kurang dimanfaatkan secara maksimal terutama sebagai bahan pangan alternatif yang kaya kandungan gizinya. Dilihat dari kedalaman wilayah tumbuhnya, Wakame (*Undaria pinnatifida*) tergolong rumput laut yang dapat dibudidayakan namun memiliki tingkat kesulitan lebih tinggi dari rumput laut hijau karena cenderung lebih dalam (Nathaniel, 2023). Pemilihan Wakame (*Undaria pinnatifida*) sebagai fokus penelitian ini bukan tanpa alasan. Selain nutrisinya yang melimpah, Wakame (*Undaria pinnatifida*) juga merupakan spesies invasi yang dapat mengancam pertumbuhan alga lokal. Spesies ini sudah dilaporkan sebagai satu dari 100 spesies yang mengancam keanekaragaman hayati oleh Invasive Species Specialist Group of the World Conservation Union (IUCN) di tahun 2016. Penggunaan Wakame (*Undaria pinnatifida*) sebagai minuman akan memperluas pemanfaatan spesies ini, dan berpotensi membuat Wakame (*Undaria pinnatifida*) diambil dalam jumlah besar untuk keperluan komersial, hingga akan membantu metode mitigasi alami untuk spesies ini.

Polisakarida dalam rumput laut cokelat seperti Wakame (*Undaria pinnatifida*) berkisar antara 37,5% hingga 67,8%, dengan jenis utama yaitu alginat, fukoidan, dan laminarin. Alginat, yang kadarnya antara 20% sampai 59%, sering digunakan di industri makanan



sebagai bahan pengental. Fukoidan, yang kadarnya berkisar 3,2% hingga 25,7%, adalah zat bioaktif yang bermanfaat sebagai pencegah pembekuan darah, antioksidan, antikanker, antiinflamasi, dan meningkatkan daya tahan tubuh (Sanjeewa & Jeon, 2017). Laminarin, atau juga disebut laminaran atau leukosin, adalah sumber cadangan energi dalam rumput laut cokelat dan kadarnya berkisar antara 3% hingga 35%. Laminarin memiliki sifat bioaktif penting, seperti antioksidan, antitumor, antiinflamasi, dan pencegah pembekuan darah (Sanjeewa & Jeon, 2017). Selain polisakarida, rumput laut cokelat juga mengandung berbagai nutrisi yang bermanfaat bagi tubuh.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa Wakame (*Undaria pinnatifida*) dikenal sebagai makanan yang menyehatkan karena mengandung berbagai nutrisi penting. Wakame (*Undaria pinnatifida*) mengandung serat sekitar 35,3% yang terdiri dari 30% serat larut air dan 5,3% merupakan serat tidak larut air (Pal, Kamthania, dan Kumar, 2014) dan mengandung protein sekitar 11-24% (Fleurence et al., 2018). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konsumsi rumput laut coklat jenis *Laminaria digitata* atau Wakame (*Undaria pinnatifida*) dapat menurunkan respon glukosa darah postprandial pada menit ke-40 dan menit ke-90, sehingga spesies ini sering digunakan untuk suplemen untuk anti kanker dan penurunan berat badan (Kasimala, 2018). Di dalamnya juga ada polisakarida, polifenol (seperti florotanin), pigmen (seperti fukosantin), vitamin, dan mineral. Kandungan zat ini bisa sangat bervariasi, tergantung pada jenis rumput laut, tingkat kematangan, dan kondisi lingkungan seperti musim, suhu, salinitas, arus laut, ombak, bahkan kedalaman air, serta cara penyimpanan dan pengolahannya setelah dipanen (Afonso et al., 2019).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan dua metode analisis data, yaitu analisis deskriptif dan analisis laboratorium. Menurut Sugiyono

(2017), analisis deskriptif adalah metode statistik yang digunakan untuk menggambarkan data yang telah dikumpulkan sebagaimana adanya, tanpa mengubah atau memodifikasi data tersebut. Metode ini bertujuan untuk membuat kesimpulan berdasarkan data yang tersedia tanpa membuat generalisasi yang berlaku untuk kondisi lain.

Dalam uji hedonik, analisis deskriptif dilakukan melalui penilaian oleh panelis terlatih yang mengevaluasi produk berdasarkan rasa, aroma, tekstur, dan warna. Hasil penilaian ini dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk data kuantitatif. Metode laboratorium dilakukan melalui eksperimen untuk menyempurnakan formulasi produk. Proses ini melibatkan berbagai uji coba hingga ditemukan takaran bahan yang paling sesuai, sehingga menghasilkan produk akhir yang memenuhi standar kualitas. Produk yang dihasilkan kemudian diuji kembali dalam uji mutu hedonik untuk memastikan bahwa produk tidak hanya baik secara teknis tetapi juga disukai oleh panelis.

## Potensi dan Masalah

Potensi besar dalam penelitian ini adalah pemanfaatan Wakame (*Undaria pinnatifida*) sebagai bahan utama minuman sehat. Wakame (*Undaria pinnatifida*), meskipun kaya akan nutrisi seperti serat, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif, hanya mempunyai satu penelitian yang membahas Wakame (*Undaria pinnatifida*) dalam bentuk minuman. Sebagai salah satu negara produsen rumput laut terbesar di dunia, Indonesia memiliki peluang besar untuk mengeksplorasi potensi Wakame (*Undaria pinnatifida*) tidak hanya sebagai bahan pangan, tetapi juga untuk mendukung gaya hidup sehat masyarakat yang semakin berkembang. Penelitian ini memanfaatkan Wakame (*Undaria pinnatifida*) untuk menciptakan nilai tambah dalam industri food & beverage di Indonesia.

Masalah yang diidentifikasi adalah terbatasnya variasi produk berbasis Wakame (*Undaria pinnatifida*) di seluruh dunia.



Kebanyakan Wakame (*Undaria pinnatifida*) digunakan untuk hidangan seperti sup atau salad, sementara pemanfaatannya dalam bentuk minuman hampir tidak ada. Selain itu, rendahnya pemahaman masyarakat tentang manfaat kesehatan Wakame (*Undaria pinnatifida*) menjadi tantangan utama. Dengan mengembangkan minuman sehat berbasis Wakame (*Undaria pinnatifida*) yang dipadukan dengan lemon dan madu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kesenjangan tersebut melalui pendekatan ilmiah berbasis data empiris.

#### **Metode Penelitian Tahap I**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 bungkus *Undaria pinnatifida* kering dengan berat 50gr merk Chung Jung Wan yang dapat dibeli di supermarket yang menjual barang-barang impor, Madu dengan merk Madu Nusantara yang dibeli di e-commerce, Lemon yang dibeli di toko buah terdekat, dan air mineral. Alat yang digunakan adalah baskom, panci stainless steel, kompor merk Rinnai, blender merk Kris, kain saringan tahu, gelas ukur, dan gelas minuman kaca.

Penelitian ini akan dilakukan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan prosedur dan takaran yang paling optimal untuk memperoleh sari gizi dari Wakame (*Undaria pinnatifida*), lemon, dan madu yang akan digunakan, penelitian kedua akan menggunakan prosedur dan takaran yang dianggap paling optimal tanpa mengurangi serat gizinya.

Seperti yang sudah disebutkan, penelitian terdahulu terhadap penggunaan Wakame (*Undaria pinnatifida*) untuk minuman nyaris tidak ada, yang ada hanyalah nilai gizinya setelah diproses (dikeringkan, direbus, diasinkan) dan nilai gizinya ketika dikonsumsi sebagai sup. Namun karena minuman ini tidak mengalami proses pengasinan dan penghangatan berkali-kali seperti yang dilakukan kepada Wakame (*Undaria pinnatifida*) kering yang digunakan dalam sup,

dapat diasumsikan bahwa minuman ini mengandung natrium yang lebih rendah dari sup Wakame (*Undaria pinnatifida*), serta memiliki kandungan gizi yang tidak terlalu banyak yang hilang dalam proses pembuatan minuman tersebut.

#### **Metode Penelitian Tahap II.**

Setelah menentukan prosedur dan takaran terbaik dalam tahap uji coba produk, peneliti melanjutkan proses dengan melakukan uji mutu. Uji mutu dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara menggunakan metode uji rasa serta uji organoleptik kepada panelis terbatas hingga produk dinyatakan memenuhi verifikasi. Menurut Ayustaningwarno (2014), uji organoleptik adalah metode yang memanfaatkan indera manusia untuk menilai berbagai aspek produk, seperti warna, tekstur, aroma, bentuk, dan rasa. Karena itu, uji ini sering disebut sebagai penilaian sensorik atau penilaian menggunakan indera.

Uji organoleptik memiliki peran penting dalam penelitian produk karena dapat mendeteksi perubahan pada bahan, mengevaluasi pengembangan, dan membandingkan produk dengan kompetitor. Proses ini menjadi langkah krusial dalam penelitian dan pengembangan untuk memastikan kualitas produk. Selain itu, penilaian organoleptik membantu memastikan bahwa produk memenuhi ekspektasi konsumen dari segi sensasi rasa dan penampilan.

Untuk mendukung uji mutu hedonik, kuesioner dibagikan kepada panelis. Kuesioner ini dirancang untuk mengukur respons panelis terhadap rasa, warna, aroma, dan tekstur produk secara terperinci. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menyempurnakan produk sesuai dengan preferensi konsumen. Berikut nama dan jabatan panelis terbatas sesuai dengan kriteria sampling yang sudah dicantumkan.



Tabel 1.  
Daftar nama panelis.

No.	Nama Panelis	Jabatan
1.	Cecep Sutisna	Head Bartender Miglia Bar
2.	Kemal Hannura	Senior Bartender Miglia Bar
3.	Joy Camileri	Junior Bartender Miglia Bar

**Sumber :** Data olahan sendiri (2024)

Dalam uji mutu hedonik, digunakan skala Likert enam tingkat sebagai metode pengukuran. Menurut Sugiyono (2016), skala Likert umumnya digunakan untuk mengukur indikator seperti perilaku, pendapat, atau pandangan seseorang terhadap fenomena sosial tertentu. Skala Likert dengan rentang 1-6 dipilih karena, seperti yang dijelaskan oleh Budiarto (2013, p. 131), skala ini memiliki validitas dan reliabilitas yang lebih baik dibandingkan skala dengan rentang 1-4. Selain itu, Kriyantono (2014, pp. 136-137) menyebutkan bahwa menghilangkan opsi tengah dapat mendorong responden untuk memberikan jawaban yang lebih tegas, karena pilihan tengah sering digunakan oleh mereka yang ragu atau tidak tahu. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan skala Likert 1-6, dengan kategori penilaian sebagai berikut: Skala 1 = Sangat Tidak Suka, Skala 2 = Tidak Suka, Skala 3 = Agak Tidak Suka, Skala 4 = Agak Suka, Skala 5 = Suka, dan Skala 6 = Sangat Suka. Uji mutu hedonik difokuskan pada mengukur sejauh mana responden menyukai atau tidak menyukai produk yang diuji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Desain Awal Produk*

Desain Awal Produk ini adalah sebuah minuman sehat dengan 50ml sari, 20ml madu dan 10 ml lemon. Hasil penelitian produk yang

dilakukan disajikan dalam sebuah artikel berjudul "Pengolahan Undaria pinnatifida sebagai Minuman Sehat." Penelitian ini mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Sampel yang diperlukan adalah 50 responden. Metode pengumpulan data yang digunakan melibatkan uji mutu hedonik dan uji hedonik. Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner untuk menguji rasa, tekstur, warna, dan bentuk produk. Uji mutu hedonik dilakukan oleh tiga panelis terlatih menggunakan kuesioner untuk melakukan uji organoleptik. Panelis tersebut Cecep Sutisna, Head Bartender Miglia (panelis terlatih 1), Kemal Hannura, Senior Bartender Miglia Bar, (panelis terlatih 2), dan Joy Camilleri, Junior Bartender di Miglia Bar (Panelis terlatih 3)

Setelah melakukan uji mutu hedonik dan sudah mendapatkan nilai yang memenuhi standarisasi dan dinilai layak untuk melakukan uji hedonic, maka dilanjutkan dengan melakukan uji hedonik ke panelis tidak terlatih. Untuk mengetahui seberapa suka masyarakat terhadap minuman sehat berbahan Undaria pinnatifida, Melingkupi masyarakat umum yang ada diberikan produknya kemudian, memberikan penilaian secara langsung melalui google form yang diberikan. Hasilnya menunjukkan bahwa 100% panelis tidak terlatih menyukai minuman segar ini.

### *Hasil Pengujian Tahap I*

Uji panelis ahli ini dilakukan sebagai syarat apakah produk yang dibuat ini dapat dikatakan sudah layak untuk diteliti lebih lanjut atau belum. Dalam uji panelis ahli ini, peneliti memilih Cecep Sutisna, Kemal Hannura, dan Joy Cammilleri sebagai panelis ahli dikarenakan cukup berpengalaman di dalam industri food & beverages, beliau adalah seorang bartender di bar ternama dengan pengalaman bertahun-tahun dalam menciptakan berbagai minuman.



**Tabel 2. Hasil Uji Mutu Hedonik I Panelis Ahli**

Panelis Terlatih	Tekstur	Rasa	Aroma	Tampilan	Asam Lemon	dari Madu	Manis dari Madu	Keenceran Air
Cecep Sutisna	4	2	2	4	3	2	3	
Kemal Hannura	4	2	1	3	2	2	3	
Joy Cammilleri	3	2	2	4	3	2	3	

Sumber : Data olahan sendiri (2024).

Setelah panelis ahli mengisi form tersebut, peneliti mendapatkan hasil yang kurang baik, dengan kritik panelis terlatih rata-rata mengatakan bahwa rasa minuman tersebut tidak memiliki karakteristik tertentu, dengan aroma amis rumput laut yang masih khas. Namun nilai yang baik didapatkan dari tekstur dan tampilan, yang menuai komen positif tentang kesesuaian tampilan minuman tersebut sebagai minuman sehat.

Sementara untuk variabel terikat, rata-rata memiliki pendapat bahwa rasa manis dari madu dan asam dari lemon dianggap kurang terasa, sementara keenceran produk dianggap sudah ok dan dapat diminum dengan mudah. Input yang diberikan adalah untuk mencoba merebus Wakame dengan air kelapa/kayu manis, dan membuat campuran lemongrass syrup dengan komposisi sereh, air, dan gula, agar rasa dan aroma amis dari rumput laut dapat lebih tersamar.



**Gambar 1. Lemongrass syrup.**

Dengan hasil uji penelitian pertama ini, peneliti memutuskan untuk menyesuaikan resep dengan input yang diberikan, dan melakukan uji organoleptik kedua dengan resep yang baru karena belum mencapai hasil uji organoleptik yang maksimal.

### **Revisi Produk I**

Peneliti melakukan uji mutu hedonik atau uji organoleptik yang kedua dengan para panelis ahli dikarenakan hasil dari uji mutu hedonik yang pertama belum sempurna hasilnya walaupun sudah memenuhi kriteria lolos dari angka tengah. Peneliti menggunakan resep baru yang sudah disesuaikan dengan input para Panelis Ahli. Dari segi rasa, peneliti menambahkan tambahan lemongrass syrup agar rasanya lebih manis, dan merebus Wakame dengan campuran kayu manis agar aroma dan rasa amisnya lebih tersamarkan. Peneliti juga meningkatkan komposisi madu dan lemon agar minuman ini lebih memiliki karakteristik. Dalam uji panelis terlatih kedua ini, peneliti memilih tiga panelis ahli yang sama seperti pada uji organoleptik pertama yaitu Cecep Sutisna, Kemal Hannura, dan Joy Cammilleri dengan alasan bahwa mereka adalah bartender di bar ternama dengan pengalaman bertahun-tahun dalam ilmu mixology minuman. Berikut merupakan resep baru yang digunakan pada uji mutu hedonik.

Bahan:

1. Rumput laut 100 gr
2. Kayu manis 25gr
3. Air 120ml
4. Madu 40ml
5. Lemon 20ml (Diencerkan di air 10ml)
6. Lemongrass syrup 50ml (dibuat dengan campuran air, sereh, dan gula)

Cara Pembuatan:

1. Rebus rumput laut dengan kayu manis dengan api kecil selama 5 menit
2. Blender campuran rumput laut yang sudah direbus dengan air dan madu dengan kecepatan sedang selama lima menit sampai membentuk ampas yang sangat halus.



3. Saring ampas rumput laut dengan menggunakan kain saringan sampai tidak ada sisa rumput laut dalam cairan tersebut.
4. Tuangkan cairan rumput laut dan madu yang sudah disaring ke dalam gelas.
5. Tuangkan es batu
6. Tuang sari lemon yang sudah diencerkan dengan air, aduk.

Sistem penilaian uji mutu hedonik kedua ini sama seperti pada uji mutu hedonik pertama yaitu dengan mengisi google form yang isinya terdapat indikator dari bola ubi isi tersebut. Indikator bola ubi isi tersebut yaitu rasa, tekstur, warna, dan tampilan. Panelis menggunakan ukuran skala likert 1-5, 1 yaitu nilai terendah dan 5 adalah nilai tertinggi, dengan angka tengah yaitu 2,5.

**Tabel 3. Hasil Uji Mutu Hedonik II Panelis Ahli**

Panelis Terlatih	Tekstur	Rasa	Aroma	Tampilan	Asam dari Lemon	Manis dari Madu	Ke-enceran air
Ceccep Sutisna	4	4	3	5	4	4	3
Kemal Hananra	4	4	4	4	3	3	3
Joy Cimmilevi	4	4	3	4	4	4	3

Sumber : Data olahan sendiri

Setelah melakukan uji hedonik pertama peneliti melakukan uji hedonik kedua (karena mengulangi uji mutu hedonik yang pertama dikarenakan walaupun hasilnya sudah menyentuh nilai tengah yaitu 2,5, tetapi peneliti merasa nilai tersebut bisa disempurnakan lagi dengan melakukan uji mutu hedonik dan memang terbukti setelah melakukan uji mutu hedonik kedua nilai yang dihasilkan lebih baik daripada uji hedonik pertama.

Dalam Uji Hedonik kedua ini, seluruh Panelis Terlatih memberikan nilai yang lebih tinggi, dengan pujian dikhususkan pada aroma amis rumput laut yang sudah tidak terlalu terasa, dan menyisakan hanya aroma rumput yang cenderung segar, dengan rasa manis dan asam yang jauh lebih menonjol ketimbang sebelumnya.

Dikarenakan resep sudah dianggap memenuhi ketentuan, untuk uji mutu hedonik

berikutnya peneliti akan menyebarkan minuman tersebut kepada 30 orang Panelis tidak terlatih, dan mengumpulkan data apakah minuman tersebut disukai oleh orang-orang awam.

**Hasil Pengujian Tahap II**

Setelah dilakukan uji hedonik yang kedua maka didapatkan hasil dari 30 panelis tidak terlatih, yang terdiri dari keluarga penulis, teman-teman penulis, dan masyarakat umum. 30 panelis tersebut sudah mencoba secara langsung Minuman Rumput Laut yang dibuat oleh peneliti dan memberi nilai dengan mengisi google form yang diberikan secara langsung agar panelis masih ingat betul rasa minuman yang baru saja mereka coba.

**Tabel 4. Hasil Dari Panelis Yang Tidak Terlatih**

Skala	Jumlah Panelis
Sangat suka : 5	11
Suka : 4	12
Biasa saja : 3	7
Tidak suka : 2	0
Sangat tidak suka : 1	0

Sumber : Data olahan sendiri (2024).

Berdasarkan hasil uji hedonik 3, minuman sehat berbahan Wakame ini terbukti diterima oleh masyarakat umum, rata-rata menyukai rasanya dan memberikan respons yang bagus dan tertarik untuk mengetahui lebih jauh begitu mengetahui bahwa minuman tersebut adalah minuman sehat.

**Pembahasan Produk**

Produk akhir yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah Minuman yang berbahan dasar Wakame yang tidak amis dan memiliki cita rasa khas. Minuman ini dirancang untuk memberikan inovasi yang unik dengan menggunakan rumput laut yang jarang digunakan sebagai bahan dasar minuman yaitu Wakame.

**Conclusion**

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa Wakame (*Undaria pinnatifida*) memiliki potensi besar sebagai bahan baku dalam pembuatan minuman sehat di Indonesia.



Wakame (*Undaria pinnatifida*), yang kaya akan serat, vitamin, mineral, serta senyawa bioaktif seperti fucoxanthin dan fukoidan, terbukti dapat memberikan berbagai manfaat kesehatan, termasuk meningkatkan daya tahan tubuh, mendukung metabolisme, dan membantu proses detoksifikasi. Dalam penelitian ini, Wakame (*Undaria pinnatifida*) diolah bersama madu dan lemon untuk menciptakan minuman dengan rasa yang seimbang antara gurih, manis, dan asam, yang berhasil memenuhi preferensi konsumen. Uji mutu hedonik menunjukkan peningkatan penerimaan produk setelah dilakukan penyesuaian resep, seperti penambahan sirup serai dan perebusan Wakame (*Undaria pinnatifida*) dengan kayu manis untuk menyamarkan aroma khas yang kurang disukai. Produk akhir dinilai berhasil dari segi rasa, tekstur, dan manfaat kesehatan, serta memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi produk komersial. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam pemanfaatan Wakame (*Undaria pinnatifida*) sebagai spesies invasif, menawarkan solusi mitigasi yang efektif melalui penggunaannya dalam produk inovatif. Kesimpulannya, penelitian ini tidak hanya memberikan solusi inovatif untuk diversifikasi produk minuman sehat, tetapi juga memperkuat potensi Indonesia sebagai salah satu penghasil utama rumput laut yang dapat mendukung gaya hidup sehat konsumen modern. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut, baik dalam konteks penelitian maupun penerapan di industri makanan dan minuman.

a) Implikasi Teoritis: Penelitian ini memperluas pemahaman tentang potensi diversifikasi penggunaan rumput laut, khususnya Wakame (*Undaria pinnatifida*), dalam industri makanan dan minuman. Dengan memadukan Wakame, lemon, dan madu, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap teori formulasi produk berbasis bahan alami yang

tidak hanya berorientasi pada rasa tetapi juga manfaat kesehatan. Kandungan vitamin dan mineral dari Wakame (*Undaria pinnatifida*) dipadukan dengan antioksidan alami dari lemon, serta sifat antibakteri dan pemanis alami madu, menciptakan produk dengan nilai kesehatan yang lebih holistik. Hal ini dapat menjadi rujukan bagi penelitian lanjutan mengenai kombinasi bahan pangan alami dalam menciptakan produk inovatif. Penelitian ini juga menawarkan pendekatan baru terhadap mitigasi spesies invasif melalui pemanfaatannya dalam produk komersial. Hal ini memberikan dimensi baru dalam pengelolaan lingkungan yang tidak hanya berfokus pada konservasi tetapi juga pemberdayaan sumber daya. Perspektif ini dapat memicu penelitian-penelitian lain yang mengintegrasikan keberlanjutan lingkungan dengan inovasi industri.

b) Implikasi Praktis: Dari sisi praktis, penelitian ini menyediakan panduan bagi pengembangan minuman sehat berbasis Wakame (*Undaria pinnatifida*) yang menarik bagi konsumen. Kombinasi Wakame (*Undaria pinnatifida*) dengan lemon yang kaya vitamin C dan madu sebagai pemanis alami menciptakan produk yang tidak hanya segar tetapi juga memiliki manfaat kesehatan seperti mendukung daya tahan tubuh, melancarkan pencernaan, dan memberikan energi instan. Kombinasi rasa yang gurih, asam, dan manis juga menjadikan produk ini mudah diterima oleh lidah konsumen lokal maupun internasional. Kandungan alami dari madu dan lemon, yang sudah dikenal luas oleh masyarakat, dapat menjadi daya tarik tambahan dalam pemasaran.



Lebih jauh lagi, produk ini berpotensi mendukung promosi wellness tourism di Indonesia, dengan menghadirkan minuman sehat yang dapat disajikan di resort, kesehatan, spa, maupun kafe-kafe bertema kesehatan. Inovasi ini sekaligus memperkuat posisi Indonesia sebagai produsen bahan alami berkualitas tinggi di pasar global.

### Recommendation

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan metodis yang perlu diperbaiki pada usaha replikasi ataupun penelitian lebih jauh dengan topik serupa.

- 1) Penelitian ini menggunakan Wakame (*Undaria pinnatifida*) yang telah dikeringkan dalam kemasan sebagai bahan utama. Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan Wakame (*Undaria pinnatifida*) segar guna mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan dalam hal rasa, tekstur, kandungan nutrisi, maupun daya tarik produk bagi konsumen. Selain itu, penelitian dapat menguji perbedaan metode pengolahan antara Wakame (*Undaria pinnatifida*) segar dan kering untuk menentukan opsi terbaik dalam formulasi minuman sehat.
- 2) Penelitian ini belum membandingkan efektivitas Wakame (*Undaria pinnatifida*) dengan bahan baku alami lainnya yang memiliki potensi manfaat kesehatan serupa, seperti spirulina atau jenis rumput laut lainnya. Penelitian berikutnya dapat mengeksplorasi perbandingan ini untuk memperluas wawasan mengenai diversifikasi bahan baku dalam industri minuman sehat.
- 3) Formulasi dalam penelitian ini hanya melibatkan kombinasi Wakame, madu, dan lemon, tanpa mempertimbangkan tambahan bahan lain seperti jahe, serai, atau rempah-rempah lain yang juga memiliki manfaat kesehatan.
- 4) Sampel penelitian ini terbatas pada panelis dengan jumlah kecil, sehingga belum cukup mewakili preferensi pasar yang lebih luas. Disarankan untuk melibatkan lebih banyak responden dengan latar belakang geografis dan demografis yang beragam untuk meningkatkan validitas hasil.
- 5) Studi ini menitikberatkan pada aspek kesehatan dari minuman berbasis Wakame (*Undaria pinnatifida*), tetapi belum mencakup analisis rinci tentang efisiensi biaya produksi dibandingkan harga jual yang potensial. Penelitian lebih lanjut dapat mencakup studi kelayakan finansial untuk menilai daya saing produk ini di pasar lokal maupun internasional.
- 6) Stabilitas produk belum diuji dalam jangka waktu tertentu untuk melihat kualitas selama penyimpanan. Penelitian berikutnya dapat mengukur daya tahan produk berbasis Wakame (*Undaria pinnatifida*) ini dalam berbagai kondisi penyimpanan untuk memastikan konsistensi rasa, tekstur, dan manfaat kesehatan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bank Indonesia. (2017). Arah Kebijakan Perekonomian. Laporan Perekonomian Indonesia 2017, BAB 10, 186–222.2.
- [2] Satya, VE (2018). Pancasila Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI, X (09), 19.
- [3] Bappenas. (2015). Jangka Menengah Nasional (Rpjmn). 2015–2019.



- [4] Hasanuddin, U. (2018). Menjadikan Indonesia 4.0 Babak Baru Industri Kita, (Mei).
- [5] Gunagama, MG, & Lathifa, NF (2017). Otomatisasi penuh dalam arsitektur masa depan. *Jurnal Arsitektur NALARs*, 16 (1), 43–60.
- [6] Risdianto, E. (2019). Analisis Pendidikan Indonesia Di Era Revolusi Industri 4.0. April, 0–16.
- [7] Soeparto1, H. (2014). Industri konstruksi Indonesia: Masa depan dan tantangannya, (Januari 2005). <https://doi.org/10.13140/2.1.1801.8568>.
- [8] Baldwin, A., & Bordoli, D. (2014). Building Information Modelling (BIM). *Buku Pegangan untuk Perencanaan dan Penjadwalan Konstruksi*, 192–203. <https://doi.org/10.1002/9781118838167.ch9>.
- [9] Hatem, WA, Abd, AM, & Abbas, NN (2018). Tantangan penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam proyek konstruksi di Irak. *Engineering Journal*, 22 (2), 59–81. <https://doi.org/10.4186/ej.2018.22.2.59>.
- [10] Ruthankoon, R. (2015). Tantangan Implementasi BIM: Pengalaman di Thailand. *Konstruksi Berkelanjutan, Rekayasa, dan Manajemen Infrastruktur*, 13–14.
- [11] Bouhmoud, H. (2020). Tantangan Building Information Modeling (BIM) di Afrika versus tantangan global. Dalam *Kolokium Ilmu dan Teknologi Informasi, CIST (Vol. 2020, hlm. 495–501)*. <https://doi.org/10.1109/CiSt49399.2021.9357248>.
- [12] Jasiński, A. (2021). Dampak implementasi BIM pada praktik arsitektur. *Teknik Arsitektur dan Manajemen Desain*, 17 (5), 447–457. <https://doi.org/10.1080/17452007.2020.1854651>.
- [13] Shirowzhan, S., Sepasgozar, SME, Edwards, DJ, Li, H., & Wang, C. (2020). Kompatibilitas BIM dan diferensiasinya dengan tantangan interoperabilitas sebagai faktor inovasi. *Otomasi dalam Konstruksi*, 112 (Januari), 103086. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103086>.
- [14] Vidalakis, C. (2020). Adopsi dan implementasi BIM: fokus pada UKM. *Inovasi Konstruksi*, 20 (1), 128–147. <https://doi.org/10.1108/CI-09-2018-0076>.
- [15] Sriyolja, Z., Harwin, N., & Yahya, K. (2021). Tantangan dalam Menerapkan Building Information Modeling (BIM) dalam Industri Konstruksi: Tinjauan Kritis. *Seri Konferensi IOP: Bumi dan ...*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012021>.
- [16] <https://www.inkindo.org/profil/selayang-pandang>.
- [17] INKINDO. (2018). Roadmap menuju inkindo emas 2030 “inkindo mandiri demi keunggulan negeri.” (nd).
- [18] Delbecq AL, Van de Ven AH, Gustafson DH. *Teknik kelompok untuk perencanaan program*. Glenview, IL: Scott, Foresman, and Co; 1975.
- [19] Hatcher, T., & Colton, S. (2007). Menggunakan internet untuk meningkatkan penelitian HRD: Kasus teknik penelitian Delphi berbasis web untuk mencapai validitas konten dari pengukuran yang berorientasi pada HRD. *Jurnal Pelatihan Industri Eropa*, 31 (7), 570–587. <https://doi.org/10.1108/03090590710820060>.
- [20] Norizan AR. *Kompetensi komputer guru ESL dalam jabatan di sekolah menengah Malaysia*. [disertasi]. Universitas Kebangsaan Malaysia; 2003.
- [1] Afonso, N. C., Catarino, M. D., Silva, A. M. S., & Cardoso, S. M. (2019). Brown macroalgae as valuable food ingredients.



- Antioxidants, 8(9), 365. <https://doi.org/10.3390/antiox8090365>
- [2] Arawwawala, M., & Hewageegana, S. (2017). Health benefits and traditional uses of honey: A review. *Journal of Apitherapy*, 2(1), 9. <https://doi.org/10.5455/ja.20170208043727>
- [3] Ardiyanti, A. (2018). Manfaat lemon dalam dunia pertanian dan kesehatan. *Journal of Agricultural Science and Technology*, Article 653. Sepuluh Nopember Institute of Technology.
- [4] Chopin, T., & Tacon, A. G. (2021). Importance of seaweeds and extractive species in global aquaculture production. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29(2), 139–148.
- [5] Choudhary, B., Chauhan, O. P., & Mishra, A. (2021). Edible seaweeds: A potential novel source of bioactive metabolites and nutraceuticals with human health benefits. *Frontiers in Marine Science*, 8, 740054. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.740054>
- [6] Del Rosario, E. Z., & Mateo, W. (2019). Hot water blanching pre-treatments: Enhancing drying of seaweeds (*Kappaphycus alvarezii* S.). *Open Science Journal*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.36686/ArXiv.2076>
- [7] Dartagnan, C. N. H. (2020). Ekstraksi, pengolahan, dan manfaat fukosantin di *Undaria pinnatifida* (Undergraduate thesis, Unika Soegijapranata Semarang). Unika Repository. <http://repository.unika.ac.id/25196/>
- [8] Ekawati, E. R., Latif, M. H., & Darmanto, W. (2019). Lemon (*Citrus limon*) juice has antibacterial potential against diarrhea-causing pathogens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 217(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/217/1/012023>
- [9] Fleurence, J., Morançais, M., & Dumay, J. (2018). Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. In C. L. Wilbey, P. J. G. R. M. Van Wijk, & P. J. G. W. D. P. Reinikainen (Eds.), *Proteins in food processing* (2nd ed., pp. 245–262). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00010-3>
- [10] Gebremariam, T., & Brhane, G. (2014). Determination of quality and adulteration effects of honey from Adigrat and its surrounding areas. *International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research*, 2, 2347-4289.
- [11] Gusman, T. A., Amirullah, G., & Mutiara, A. (2023). Pengolahan rumput laut sebagai bahan baku makanan dan minuman untuk meningkatkan UMKM di Kepulauan Pari. *Jurnal SOLMA*, 12(3), 1548–1556. <https://doi.org/10.22236/solma.v12i3.13257>
- [12] Hasan, A. E. Z., Herawati, H., Purnomo, P., & Amalia, L. (2020). Fisikokimia madu multiflora asal Riau dan potensinya sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Chemistry Progress*, 13(2). <https://doi.org/10.35799/cp.13.2.2020.31594>
- [13] Hadi, E. E., Widyastuti, & Wahyuono, S. (2016). Keanekaragaman dan pemanfaatan tumbuhan bawah pada sistem agroforestri di perbukitan Menoreh, Kabupaten Kulon Ponorogo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2), 206-215.
- [14] Hills, S. P., Mitchell, P., Wells, C., & Russell, M. (2019). Honey supplementation and exercise: A systematic review. *Nutrients*, 11(7), 1586. <https://doi.org/10.3390/nu11071586>



- [15] Iqbal, R. (2020). Biological activities of lemon. *Journal of Biological and Genetic Sciences Research*, 4(1), Article 104. <https://doi.org/10.46718/JBGSR.2020.04.000104>
- [16] Jaya, F. (2017). *Produk-produk lebah madu dan hasil olahannya* (1st ed.). TIM UB Press. <https://inlis.malangkota.go.id/opac/detail-opac?id=107053>
- [17] Kambey, C. S., Campbell, I., Cottier-Cook, E. J., Nor, A. R., Kassim, A., Sade, A., & Lim, P. E. (2021). Seaweed aquaculture: A preliminary assessment of biosecurity measures for controlling the ice-ice syndrome and pest outbreaks of a *Kappaphycus* farm. *Journal of Applied Phycology*, 33, 3179–3197.
- [18] Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021, October 3). Sinergi KKP bangun kampung budidaya rumput laut di kawasan timur Indonesia. Kementerian Kelautan dan Perikanan. <https://www.kkp.go.id/djpb/sinergi-kkp-bangun-kampung-budidaya-rumput-laut-di-kawasan-timur-indonesia65c3004c46e72/detail.html>
- [19] Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2024, November 20). Produksi perikanan & rumput laut hingga Oktober 2024 capai 18,26 juta ton. Kementerian Kelautan dan Perikanan. <https://www.kkp.go.id/news/news-detail/produksi-perikanan-rumput-laut-hingga-oktober-2024-capai-1826-juta-ton-91qz.html>
- [20] Kasimala, M., Mebrahtu, L., Magoha, P. P., & Asgedom, G. (2015, January). A review on biochemical composition and nutritional aspects of seaweeds. *Massawa College of Marine Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0607-1>
- [21] Lutfiawan, M. (2015). Analisis pertumbuhan *Sargassum* sp. dengan sistem budidaya yang berbeda di Teluk Ekas Lombok Timur sebagai bahan pengayaan mata kuliah ekologi tumbuhan. *Jurnal Biologi Tropis*, 15(2), 135–144.
- [22] Mailoa, M. N., Setha, B., & Febe, F. G. (2015). Instant powdered *Eucheuma cottoni* as beverages rich in dietary fiber. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(S9), 154–157. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8iS9/52574>
- [23] Mantur, P., Damanik, E. M., Setianingrum, E. L. S., & Pakan, P. (2023). The effect of lemon extract (*Citrus limon*) on the blood sugar levels and pancreatic beta cell regeneration in alloxan-induced hyperglycemic mice. *Acta Biochimica Indonesiana*, 6(1), 97. <https://doi.org/10.32889/actabiona.97>
- [24] Minar, J. F. N., & Rasmikayati, E. (2024). Deskripsi pola konsumsi minuman sehat pada mahasiswa selama pandemi COVID-19. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 10(1), 247–253. <https://doi.org/10.25157/ma.v10i1.11598>
- [25] Muslim, T. (2015). Potensi madu hutan dan pengelolaannya di Indonesia. Paper presented at the Prosiding Seminar Balitek KSDAA, Balikpapan. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/303520794\\_Potensi\\_Madu\\_Hutan\\_Dan\\_Pengelolaannya\\_Di\\_Indonesia](https://www.researchgate.net/publication/303520794_Potensi_Madu_Hutan_Dan_Pengelolaannya_Di_Indonesia)
- [26] Pal, A., Kamthania, M. C., & Kumar, A. (2014). Bioactive compounds and properties of seaweeds—a review. *Open Access Library Journal*, 1(4), 1–17. <https://doi.org/10.4236/oalib.1100752>
- [27] Palma-Morales, M., Huertas, J. R., Rodríguez-Pérez, C., et al. (2023). A comprehensive review of the effect of honey on human health. *Nutrients*, 15(13), 3056. <https://doi.org/10.3390/nu15133056>



- [28] Pedro, B., Guedes, L., André, R., Gaspar, H., Vaz, P., Ascensão, L., Melo, R., & Serralheiro, M. L. (2021). Undaria pinnatifida (U. pinnatifida) bioactivity: Antioxidant, gastrointestinal motility, cholesterol biosynthesis and liver cell lines proteome. *Journal of Functional Foods*, 83, 104567. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104567>
- [29] Pravita, C. S., & Dhurhania, C. E. (2023). Penetapan kadar flavonoid total perasan lemon (*Citrus limon* (L.) Osbeck) secara spektrofotometri UV-Vis. *Health Sciences and Pharmacy Journal*, 10(1), Article 653. <https://journal.stikessuryaglobal.ac.id/index.php/hspj/article/view/653>
- [30] Remya, R. R., Samrot, A. V., Kumar, S. S., Mohanavel, V., Karthick, A., Chinnaiyan, V. K., Umapathy, D., Muhibullah, M. (2022). Bioactive potential of brown algae. *Adsorption Science & Technology*, 2022, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2022/9104835>
- [31] Rizkaprilisa, W., Griselda, A., Hapsari, W. M., & Paramastuti, R. (2023). Pemanfaatan rumput laut sebagai pangan fungsional: SYSTEMATIC REVIEW. *Science, Technology and Management Journal*, 3(2), 28–33.
- [32] Sadeghi, T., Marvizadeh, M. M., Ebrahimi, F., Mafi, S., Foughani, O., & Mohammadi Nafchi, A. (2022). Assessment of nutritional and antioxidant activity of sport drink enriched with *Spirulina platensis*. *Journal of Chemical Health Risks*, 12(0), 0–0. <https://doi.org/10.22034/jchr.2022.1953680.1516>
- [33] Scepankova, H., Combarros-Fuertes, P., Fresno, J. M., Tornadijo, M. E., Sousa Dias, M., Pinto, C. A., Saraiva, J. A., & Estevinho, L. M. (2021). Role of honey in advanced wound care. *Molecules*, 26(16), 4784. <https://doi.org/10.3390/molecules26164784>
- [34] Sanjeewa, K. A., & Jeon, Y. J. (2018). Edible brown seaweeds: A review. *Journal of Food Bioactives*, 2(2), 37–50. <https://doi.org/10.31665/JFB.2018.22111>
- [35] Tabakaev, A. V., & Tabakaeva, O. V. (2022). Instant drinks based on extracts of Japan sea brown algae and fruit and berry juices as functional products. *Voprosy Pitaniia*, 91(4), 107–114. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-4-107-114>
- [36] Tsanova-Savova, S., Denev, P., & Ribarova, F. (2018). Flavonoids in foods and their role in healthy nutrition. In *Diet, Microbiome and Health* (pp. 165-198). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811440-7.00007-7>
- [37] Ward, G. M., Faisan Jr, J. P., Cottier-Cook, E. J., Gachon, C., Hurtado, A. Q., Lim, P. E., Matoju, I., Msuya, F. E., Bass, D., & Brodie, J. (2020). A review of reported seaweed diseases and pests in aquaculture in Asia. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(4), 815-828. <https://doi.org/10.1111/jwas.12649>
- [38] Wakamatsu, H., & Miyata, T. (2016). Market integration analysis of Japan's wakame seaweed market before and after the Great East Japan Earthquake. *Munich Personal RePEc Archive*. <https://doi.org/10.36686/ArXiv.70661>
- [39] Yesuraj, D., Deepika, C., Ravishankar, G. A., & Rao, A. R. (2022). Seaweed-based recipes for food, health-food applications, and innovative products including meat and meat analogs. In A. R. Rao & G. A. Ravishankar (Eds.), *Sustainable global resources of seaweeds: Volume 2, Food, pharmaceutical and health applications* (pp. 267–292). Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-92174-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-92174-3_14)



- 
- [40] Zenthoefer, M. G. U., Hofmann-Peiker, K., Fuhrmann, M., Kerber, J., Kirchhöfer, R., & Wagner, E. F. (2020). Handbook of algal biofuels: Commercial production and applications. Wiley.  
<https://doi.org/10.1002/9781119392319>