

Editor:
Dena Pramita Dewi, S.Si.



BIOTEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

Novi Luthfiyana, S.Pi., M.Si.
Sumartini, S.Pi., M.Sc.
Putri Wening Ratrinia, S.Pi., M.Si.



BIOTEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

**Novi Luthfiyana, S.Pi., M.Si.
Sumartini, S.Pi., M.Sc.
Putri Wening Ratrinia, S.Pi., M.Si.**

BIOTEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

Penulis:

Novi Luthfiyana, S.Pi., M.Si.

Sumartini, S.Pi., M.Sc.

Putri Wening Ratrinia, S.Pi., M.Si.

Desain Cover:

Septian Maulana

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Dena Pramita Dewi, S.Si.

ISBN:

978-634-246-072-6

Cetakan Pertama:

Agustus, 2025

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas

Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: @penerbitwidina

Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang berjudul “Bioteknologi Hasil Perikanan” telah selesai disusun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan tentang Bioteknologi Hasil Perikanan.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan *“tiada gading yang tidak retak”* dan sejatinya kesempurnaan hanyalah milik Tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian, hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Agustus, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 RUANG LINGKUP & PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI	
HASIL PERIKANAN	1
A. Pendahuluan.....	1
B. Ruang Lingkup Bioteknologi	2
C. Prinsip Bioteknologi	3
D. Perkembangan Bioteknologi di Indonesia	5
E. Pemanfaatan Bioteknologi pada Hasil Perikanan	6
BAB 2 EKSTRAKSI & METABOLIT SEKUNDER PADA HASIL PERIKANAN 13	
A. Pendahuluan.....	13
B. Ekstraksi	14
C. Prinsip dan Metode Ekstraksi	15
D. Teknik Penguapan dan Pengeringan Ekstrak	23
E. Metabolit Sekunder	25
F. Dentifikasi Metabolit Sekunder	28
G. Ekstraksi dan Metabolit Sekunder pada Hasil Perikanan	35
BAB 3 ENZIM DARI HASIL PERIKANAN.....	39
A. Pendahuluan.....	39
B. Enzim dari Ikan dan <i>Seafood</i>	41
C. Produksi Enzim dari Produk Samping Pengolahan Ikan/ <i>Seafood</i>	47
D. Pemanfaatan Enzim Hasil Samping Laut	52
E. Manfaat Enzim dari Hasil Perikanan	53
BAB 4 KITIN & KITOSAN	57
A. Pendahuluan.....	57
B. Struktur Kitin dan Kitosan	58
C. Ekstraksi Kitin dan Kitosan	60
D. Aplikasi Kitosan.....	62
BAB 5 ALGINAT	71
A. Pendahuluan.....	71
B. Struktur Kimia dan Sifat Alginat.....	72

C. Ekstraksi dan Asal Alginat	74
D. Aplikasi Alginat	75
BAB 6 KARAGENAN	85
A. Pendahuluan	85
B. Sifat Kimia dan Fisika dari Karagenan	86
C. Produksi Karaginan	89
D. Distilasi dan Ultrafiltrasi	91
E. Farmakokinetik Karagenan	92
F. Degradasi Karagenan di Saluran Pencernaan	94
G. Toksisitas Karagenan	95
H. Studi Toksisitas Jangka Panjang dan Karsinogenesis	98
I. Aktivitas Biologis Karagenan	99
J. Edema Kaki Akibat Karagenan	100
K. Peradangan Usus	101
L. Aktivitas Antikoagulan dan Antitrombotik	102
M. Aktivitas Antivirus	103
N. Aktivitas Anti Tumor dan Imunomodulator	104
O. Aktivitas Biologis Lainnya	104
P. Manfaat dan Aplikasi Karagenan	105
Q. Aplikasi Farmasi	106
R. Kegunaan Lain dari Karagenan	107
BAB 7 KOLAGEN	111
A. Pendahuluan	111
B. Kolagen dari Hasil Perikanan	113
C. Ekstraksi Kolagen	119
D. Aplikasi Kolagen Sebagai Biomaterial	121
BAB 8 GELATIN	123
A. Pendahuluan	123
B. Ekstraksi Gelatin	125
C. Pemanfaatan Gelatin	128
BAB 9 FARMASEUTIKA DAN NUTRASEUTIKA HASIL PERIKANAN	133
A. Pendahuluan	133
B. Farmasetika Rumput Laut	134
C. Komposisi Kimia Rumput Laut	136

D. Potensi Aktivitas Biologis	143
E. Rumput Laut Merah	146
F. Studi Toksisitas	160
G. Kemampuan Fitoremediasi Alga Merah	161
H. Aplikasi Bioteknologi	162
I. Rumput Laut Cokelat	165
J. Farmasetika Berbasis Ikan	172
K. <i>Nutraceutical</i> Hasil Perikanan	173
L. Asam Lemak: Ω -3	177
M. Protein dan Asam Amino	179
N. Vitamin, Mineral, dan <i>Trace</i> Elemen	180
O. Karotenoid	181
P. Peptida Bioaktif dan Hidrolisat Protein	182
Q. Kitin dan Kitosan	183
R. Kondroitin, Glukosamin, dan Asam <i>Hyaluronic</i>	184
S. Gelatin dan Kolagen	185
T. <i>Squalene</i>	186
DAFTAR PUSTAKA	187
PROFIL PENULIS	212
PROFIL EDITOR	214



RUANG LINGKUP & PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

A. PENDAHULUAN

Bioteknologi saat ini berkembang sangat pesat termasuk dalam bidang perikanan, salah satunya adalah hasil perikanan atau pasca panen hasil perikanan. Bioteknologi hasil perikanan dikhususkan dari bahan baku hasil perikanan untuk diolah menjadi berbagai bidang (nutraseutika, farmaseutika, kosmetika dan lingkungan) yang bermanfaat bagi kesejahteraan manusia. Untuk mencapai tujuan bioteknologi hasil perikanan yang dapat dimanfaatkan dalam bidang (nutraseutika, farmaseutika, kosmetika dan lingkungan) maka perlu mempelajari dan memahami materi yang akan dijelaskan dalam buku ini. Pada bab-bab selanjutnya dalam buku ini akan dipelajari metode dan proses ekstraksi dan cara mengidentifikasi senyawa aktif dalam hasil perikanan. Selain itu, dalam bab selanjutnya akan mempelajari dan menganalisis metode pembuatan bioproduk berbasis limbah hasil perikanan seperti kitin dan kitosan (limbah kulit/cangkang crustacea), produk kolagen dan gelatin dari limbah kulit dan tulang ikan, karagenan dan alginat dari bahan baku rumput laut, dan menganalisis berbagai enzim dari hasil perikanan. Dengan berbagai materi yang telah dipelajari, mahasiswa diharapkan mampu mengaplikasikan bioteknologi dari hasil perikanan dalam bidang kesehatan (farmaseutika), pangan (neutraseutika), lingkungan dan industri (kosmetika).



EKSTRAKSI & METABOLIT SEKUNDER PADA HASIL PERIKANAN

A. PENDAHULUAN

Hasil perikanan dan kelautan merupakan sumber bioprospeksi potensial. Bioprospeksi didefinisikan sebagai penelusuran, klasifikasi, dan investigasi secara sistematis produk yang berguna seperti senyawa kimia baru, bahan aktif, gen, protein, serta informasi genetik lain untuk tujuan komersial dengan nilai ekonomi aktual dan potensial yang ditemukan dalam keragaman hayati. Hasil perikanan dan kelautan di Indonesia sangat melimpah dan memiliki karakteristik unik serta mampu hidup pada lingkungan ekstrim sehingga berpotensi menghasilkan jenis senyawa kimia yang berbeda antara organisme satu dengan yang lainnya.

Indonesia berpotensi sebagai penghasil senyawa bermanfaat karena selain memiliki hutan dengan keanekaragaman hayati yang melimpah, juga memiliki wilayah laut sangat luas dan di dalamnya terdapat keanekaragaman hayati yang melimpah. Oleh sebab itu, Indonesia berpotensi dalam bidang farmasi sebagai sumber bahan baku yang potensial untuk obat, pangan, dan kosmetik. Pada bab ini akan dibahas prinsip dalam melakukan isolasi atau pemisahan senyawa, tujuan dan metode yang dapat dilakukan untuk melakukan isolasi, sehingga mahasiswa mampu mengemukakan berbagai metode ekstraksi pada hasil perikanan. Bab ini akan menguraikan berbagai cara yang bisa dilakukan untuk mengisolasi senyawa aktif dan mendapatkan ekstrak yang nantinya akan diidentifikasi dan ditentukan jenis metabolit sekunder yang dihasilkan.



ENZIM DARI HASIL PERIKANAN

A. PENDAHULUAN

Ikan segar dan beku adalah produk perikanan utama yang menyumbang lebih dari 60% dari total produksi diikuti oleh produk pengalengan/pengawetan (masing-masing 7% dan 4%) dan penggunaan *non-pangan* (26%). Saat ini, hanya sekitar 50 hingga 60% dari total tangkapan digunakan untuk konsumsi langsung manusia, dan limbah tahunan dari dunia perikanan diperkirakan sekitar 25 ± 30 MMT ikan dan kerang ditangkap setiap tahun. Ketika sebagian besar dari sampah ini dapat digunakan untuk memenuhi permintaan tepung ikan yang semakin meningkat ada juga potensi penggunaan produk sampingan tertentu untuk ekstraksi senyawa unik seperti enzim dari hasil laut. Teknologi enzim telah digunakan secara luas dalam industri pengolahan makanan termasuk pengolahan ikan. Enzim digunakan sebagai alat bantu pemrosesan dan dapat digunakan dan dihasilkan dari bahan produk sampingan dari produk ikan baru dan tradisional. Enzim dari laut telah menarik banyak perhatian peneliti karena mereka dapat memiliki kekhususan dan karakteristik yang unik. *Recovery* enzim dari produk sampingan dari laut juga dapat membantu masalah lingkungan dan etika seputar pembuangan dan perbaikan keuntungan bagi perusahaan *seafood* yang ingin memanfaatkan teknologi dan pasar baru. Dalam bab ini, literatur terkini tentang ekstraksi dan pemurnian berbagai enzim laut ditinjau dan potensi penggunaan serta keterbatasannya dalam pemanfaatannya dibahas.



KITIN & KITOSAN

A. PENDAHULUAN

Kitosan merupakan polisakarida yang dapat diperoleh dari kitin melalui proses deasetilasi. Kitin paling sering diekstraksi dari dinding sel jamur dan kerangka luar artropoda, seperti serangga dan krustasea. Kitosan memiliki daya tarik yang signifikan bagi minat akademis, serta menarik perhatian di berbagai industri (Kulka dan Sionkowska, 2023). Kitosan yang dihasilkan dari limbah hasil perikanan yaitu krustasea semakin penting dan menarik dalam berbagai macam aplikasi karena keserbagunaan fitur dan kemampuannya (Aranaz *et al.*, 2021). Awalnya kitosan digunakan dalam aplikasi farmasi dan medis karena memiliki aktivitas antibakteri, bersifat biokompatibel, dan biodegradable (Qiu *et al.*, 2020). Namun, seiring dengan tuntutan material inovatif dengan sifat ramah lingkungan telah meningkat, jangkauan aplikasi kitosan telah diperluas, dan sekarang digunakan dalam berbagai bidang aplikasi sehari-hari. Aspek yang paling menarik dari kitosan adalah sifat bakterisidal patogen, yang banyak terdapat di air yang terkontaminasi dan menyebabkan berbagai penyakit pada manusia (El-Hack *et al.*, 2020). Selain dimanfaatkan sebagai aplikasi antimikroba dan penyaringan air, kitosan digunakan dalam kedokteran gigi, dalam penyaringan air membran untuk menghilangkan ion logam dan beberapa logam berat dari limbah industri, bahan bakar mikroba membran sel, dan di bidang pertanian untuk menjaga kelembaban buah dan daun (Kmiec *et al.*, 2017). Kitosan juga digunakan pada produk perawatan kulit dan kosmetik sebagai pelembab, sebagai pupuk untuk meningkatkan ketebalan tanaman, dan sebagai perekat ganda untuk merekatkan kayu dan logam. Kitosan



BAB

5

ALGINAT

A. PENDAHULUAN

Alginat merupakan polisakarida hidrofilik dan anionik yang awalnya diekstraksi dari alga cokelat alami (kelp) dan bakteri (Kaidi *et al.*, 2022). Spesies utama alga cokelat sebagai sumber alginat adalah *Ascophyllum nodosum*, *Durvillea antarctica*, *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Macrocystis pyrifera*, *Ecklonia maxima*, *Laminaria japonica*, *Sargassum sp*, dan *Lessonia nigrescens* (El Atouani *et al.*, 2016). Enzim seperti lyase alginat dapat mendegradasi polimer menjadi monosakarida dan oligosakarida, yang mengarah pada aplikasi skala besar. Berbagai macam fitur fungsional, seperti biokompatibilitas, kemudahan gelasi, sifat bioadhesif dan *biodegradable*, adalah alasan utama mengapa alginat memiliki banyak aplikasi. Bahan alginat dapat ditemukan di industri medis, kosmetik, dan teknik (Byeon *et al.*, 2017).

Kemampuan alginat dalam membentuk gel dan menukar ion menjadikannya berguna dalam bahan regenerasi luka. Dalam beberapa tahun terakhir, perbaikan pada bahan-bahan ini meningkatkan sifat antimikroba, penyerapan, dan pembentukan gel. Perkembangan serat alginat memungkinkan penemuan biomaterial fungsional baru. Alginat umumnya berbentuk Na alginat yang larut dalam air dan diubah menjadi butiran Ca-alginat. Bentuk-bentuk ini digunakan sebagai adsorben yang menghilangkan ion logam berat. Sifat pengkhelat dan mukoadhesif merupakan sifat lainnya yang menjadi alasan untuk menggunakan bahan ini dalam sistem penghantaran obat (*carrier*) di bidang farmakologi. Selain itu, karena kemampuan degradasi dan daur ulangnya, alginat dianggap sebagai



KARAGENAN

A. PENDAHULUAN

Karagenan adalah nama umum untuk turunan polisakarida pembentuk gel dan viskositas yang diperoleh dengan ekstraksi dari spesies rumput laut merah. Karagenan berasal dari sejumlah rumput laut kelas *Rhodophyceae*. Ketika digunakan dalam produk makanan, karagenan bersifat sebagai zat aditif (bahan tambahan makanan). Karagenan tidak memiliki nilai gizi dan digunakan dalam preparasi makanan karena sifat pembentuk gel, pengental, dan pengemulsinya. Diaplikasi farmasi dan pengobatan zat ini sering digunakan untuk agen pengujian anti-inflamasi.

Tabel 6.1. Standar mutu karagenan berdasarkan FAO

Parameter mutu	FAO	FCC	EEC
Rendemen (%)	>25	-	-
Kadar Abu (%)	15-40	≤ 35	15-40
Kadar Air (%)	≤ 12	≤ 12	≤ 12
Viskositas (cP)	≥ 5	-	-
Kekuatan gel (g/cm ²)	>500	-	-

Eucheuma gelatinae termasuk dalam famili *Solieriaceae*, khususnya divisi *Rhodophyta* dan merupakan tumbuhan laut populer yang berperan sebagai bahan pengolahan β -karagenan yang banyak digunakan dalam pangan, pangan fungsional, dan obat-obatan. Spesies *Eucheuma gelatinae* berukuran individu kecil dan hidup di kawasan karang mati. Saat ini, permintaan karagenan semakin meningkat di



KOLAGEN

A. PENDAHULUAN

Kolagen adalah salah satu protein paling melimpah pada hewan, yang ditemukan dalam matriks ekstraseluler jaringan ikat, termasuk kulit, tulang, tendon, ligamen, tulang rawan, cakram intervertebralis, dan pembuluh darah (Nimni dan Harkness 2018). Kolagen adalah tidak hanya terlibat dalam pemeliharaan dan kekuatan arsitektur jaringan, tetapi juga mencakup peran regulasi yaitu, melalui mekanisme transduksi mekano-kimia dalam jaringan pertumbuhan dan perbaikan (Coppola *et al.*, 2021; Mahmood *et al.*, 2022). Berkat sifatnya, kolagen pada dasarnya bersifat bioaktif, biokompatibel, dan biodegradable (El Blidi *et al.*, 2021). Oleh karena itu, kolagen dinilai sebagai yang paling umum biomaterial yang dibutuhkan dan digunakan di banyak bidang, termasuk medis, kosmetik, nutraceutical, industri makanan dan farmasi.

Selama bertahun-tahun, sebagian besar kolagen yang tersedia diekstraksi dari industri pengolahan limbah sapi dan babi, namun selama beberapa dekade terakhir penggunaan kolagen dari sumber-sumber keduanya mulai dibatasi. Penggunaan produk yang berasal dari babi dan sapi memiliki banyak pertentangan dalam penggunaan pada beberapa penganut agama seperti hindu dan islam (Hackett *et al.*, 2012). Pada aspek kesehatan, penggunaan produk dari sapi juga menjadi perhatian akibat adanya beberapa penyakit yang ditimbulkan seperti *Bovine Spongiform Ensefalopati* (BSE), *Transmissible Spongiform Encephalopathy* (TSE) dan penyakit mulut dan kuku atau *Foot-And-Mouth Disease* (FMD) yang terjadi selama beberapa dekade terakhir di seluruh wilayah di dunia, sebagian besar di Amerika dan Asia (Jaziri *et*



GELATIN

A. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya permintaan global terhadap gelatin, banyak sumber potensial yang sedang dicari untuk mengatasi kebutuhan yang terus berkembang ini. Pada tahun 2009, produksi global gelatin mencapai 326 ribu ton; sebagian besar berasal dari kulit babi, kulit sapi, tulang, dan sumber lainnya yang masing-masing menyumbang 46%, 29,4%, 23,1%, dan 1,5%. Karena setengah dari produksi diperoleh dari sumber babi, kekhawatiran mengenai pasar Halal atau Kosher sangat mendominasi. Selain itu, dalam kasus gelatin sapi, prevalensi ensefalopati spongiformis (BSE) mengharuskan pencarian alternatif yang mungkin. Oleh karena itu, ikan (kulit dan tulang) serta sumber laut lainnya, bersama dengan serangga (kumbang melon dan sorghum), sedang dieksploitasi secara bersamaan. Namun demikian, ikan, yang tersedia dalam jumlah besar dan melimpah, lebih signifikan dibandingkan dengan serangga. Sejumlah studi telah membahas sifat gelatin kulit ikan, yang menunjukkan bahwa sifat-sifatnya berbeda dari gelatin mamalia dan bervariasi di antara spesies ikan (Mahmood *et al.*, 2016).

Gelatin adalah jenis protein konversi yang diperoleh melalui hidrolisis kolagen dari kulit, tulang, dan jaringan fibrosa putih hewan. Gelatin diperoleh dari kolagen melalui proses perlakuan asam (gelatin tipe A) dengan titik isoelektrik pada pH 7–9 atau basa (gelatin tipe B) dengan titik isoelektrik pada pH 4,7–5,4. Gelatin dari kulit ikan umumnya diperoleh melalui perlakuan asam karena jaringan kolagen di kulit lebih lunak. Perlakuan asam menyebabkan ikatan antara gugus karboksil dan gugus amida dalam molekul kolagen terputus. Struktur molekul kolagen yang berbentuk



FARMASEUTIKA DAN NUTRASEUTIKA HASIL PERIKANAN

A. PENDAHULUAN

Ada peningkatan minat terhadap peran makanan tertentu dalam meningkatkan kesehatan dibandingkan nilai gizinya. Oleh karena itu, upaya penelitian untuk mengidentifikasi komponen fungsional dan bioaktif dari berbagai sumber alami termasuk tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan organisme laut semakin intensif. Hasilnya, dua kelompok produk baru, “pangan fungsional” dan “nutraceuticals” telah diperkenalkan pasar dan saat ini ada pula yang diproduksi dalam skala besar. Pangan fungsional adalah pangan yang diperkaya dengan komponen fungsional untuk memberikan manfaat medis dan fisiologis serta untuk mengurangi risiko penyakit kronis, di luar fungsi nutrisi dasarnya. Sebaliknya, nutraceuticals adalah bahan bioaktif yang diisolasi atau dimurnikan dari makanan untuk dimanfaatkan dalam bentuk obat. Secara keseluruhan, baik makanan fungsional fisiologis maupun nutraceutical menunjukkan banyak manfaat fisiologis dan kesehatan. Menurut FAO, produksi perikanan laut dunia meningkat setiap tahunnya. Meningkatnya permintaan *seafood* dapat menyebabkan hal ini karena manfaat kesehatannya dan kemauan untuk memasukkan *seafood* ke dalam makanan sehari-hari. Secara khusus, ikan dan kerang merupakan komponen makanan penting dalam kelompok etnis yang sadar kesehatan. Negara-negara Asia Tenggara termasuk Korea mempunyai latar belakang yang terkenal dalam pengolahan ikan menjadi berbagai produk bernilai tambah.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Leandro, D. Pacheco, J. Cotas, J.C. Marques, L. Pereira, A.M.M. Gonçalves.(2020). Seaweed's bioactive candidate compounds to food industry and global food security, *Life* 10 (8) 140, <https://doi.org/10.3390/life10080140>.
- Abbas, N. (2009). Perkembangan Teknologi di Bidang Produksi Pangan Dan Obat – Obatan Serta Hak – Hak Konsumen. *Jurnal Hukum*. Vol. 3 No. 16, 423-438.
- Abdel-Tawwab, M., Monier, M. N., Hoseinifar, S. H., & Faggio, C. (2019). Fish response to hypoxia stress: growth, physiological, and immunological biomarkers. *Fish physiology and biochemistry*, 45(3), 997-1013.
- Adini S, Kusdiyantini E, Budiharjo A. 2015. Produksi Bioetanol dari Rumput Laut dan Limbah Agar *Gracilaria* sp. dengan Metode Sakarifikasi Yang Berbeda. *BIOMA*. 16(20): 65-75.
- Afifah, A., Nugraha, A. W., & Larassati, D. P. (2023). Aplikasi ekstrak kolagen sebagai minuman kolagen : sebuah tujuan. *Jurnal Agroindustri Pangan*, 2(2), 28–43.
- Agusman, I., Diharmi, A., & Sari, N. I. (2022). Identifikasi Senyawa Bioaktif Pada Fraksi Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*). *Aquatic Sciences Journal*, 9(2), 60-64.
- Agusnar H, Chairuddin, Hannani N. 2018. Pembuatan Kitosan Perak Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) Dan Zink (Zn) Pada Air Sungai Desa Kopas Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Asahan. *ABDIMAS TALENTA*. 3(2): 383-392.
- Agustina, S., Aidha, N. N., Oktarina, E., & Haruminda, J. H. 2019. Optimasi Proses Ekstraksi Karoten Dan Klorofil Dari *Spirulina Platensis* Dengan Teknologi Karbon Dioksida (CO₂) Superkritis Menggunakan Metode Permukaan Tanggap. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 41(2), 95-104.
- Ahmad, I.; Kamal, T.; Khan, S.B.; Asiri, A.M. An Efficient and Easily Retrievable Dip Catalyst Based on Silver Nanoparticles/ Chitosan-Coated Cellulose Filter Paper. *Cellulose* 2016, 23, 3577–3588.

- Aiba, S.-I. Studies on chitosan: 3. Evidence for the presence of random and block copolymer structures in partially N-acetylated chitosans. *Int. J. Biol. Macromol.* 1991, 13, 40–44.
- Alemán, A.; Martínez-Alvarez, O. Marine collagen as a source of bioactive molecules: A review. *Nat. Prod. J.* 2013, 3, 105–114.
- Alfaro, A.D.T.; Balbinot, E.; Weber, C.I.; Tonial, I.B.; Machado-Lunkes. (2019). A. Fish Gelatin: Characteristics, and Chitosan. In *High Value Fermentation Products*; Scrivener Publishing LLC: Beverly, MA, USA, pp. 319–349.
- Alisha, R. Prakash, & H. Aisha. (2019). Seaweed: nutritional and health benefits, *Pharma Innov. J.* 8 (8) (2019) 80–83.
- Ambarwati, D. R. 2018. Uji Aktivitas Infusa Daun Kersen dan Serbuk Instan Perasan Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Terhadap Peningkatan Daya Ingat Mencit Putih (*Mus musculus*) dengan Metode Morris Water Maze (Doctoral dissertation, Universitas Setia Budi Surakarta).
- Anca JM, Lamela M, Cadavid I, Calleja JM (1990) Effects of *Himanthalia elongata* on the central nervous system of mice. *J Ethnopharmacol* 29:225–231. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(90\)90059-3](https://doi.org/10.1016/0378-8741(90)90059-3)
- Ansel, H.C. 2005. Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi, penerjemah Farida Ibrahim. Pernebit: UI. Jakarta. Hlm 384-389. 519-520
- Aprilah, I. 2016. Ekstraksi Antioksidan Lycopene dari Buah Tomat (*Hylocereus Undatus*) Menggunakan Pelarut Etanol-Heksan (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Aranaz, I.; Alcántara, A.R.; Civera, M.C.; Arias, C.; Elorza, B.; Caballero, A.H.; Acosta, N. Chitosan: An Overview of Its Properties and Applications. *Polymers* 2021, 13, 3256.
- Avila Rodríguez, M.I.; Rodriguez Barroso, L.G.; Sánchez, M.L. Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications. *J. Cosmet. Dermatol.* 2018, 17, 20–26.
- Bakshi, P.S.; Selvakumar, D.; Kadirvelu, K.; Kumar, N.S. Chitosan as an environment friendly biomaterial—A review on recent modifications and applications. *Int. J. Biol. Macromol.* 2020, 150, 1072–1083
- Balami, S.; Sharma, A.; Karn, R. (2019). Significance of Nutritional Value of Fish for Human Health. *Malays. J. Halal Res. J. (MJHR)* 2019, 2. [CrossRef].

- Barahona T, Chandía NP, Encinas MV, Matsuhira B, & Zúñiga EA.(2011). Antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from seaweeds. A kinetic approach. *Food Hydrocolloids*.;25:529–35.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.08.004>.
- Bechaux, J.; Gatellier, P.; Le Page, J.F.; Drillet, Y.; Sante-Lhoutellier, V.(2019).A comprehensive review of bioactive peptides obtained from animal byproducts and their applications. *Food Funct*, 10, 6244–6266. [CrossRef].
- Belda M, Sanchez D, Bover E *et al* (2016) Extraction of polyphenols in *Himanthalia elongata* and determination by high performance liquid chromatography with diode array detector prior to its potential use against oxidative stress. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. doi: 10.1016/j.jchromb.2016.09.001.
- Belda-Antolí M, Padrón-Sanz C, Cejalvo-Lapeña D *et al* (2017) Antioxidant potential of *Himanthalia elongata* for protection against ischemia-reperfusion injury in the small bowel. *Surgery* 162:577–585. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2017.04.017>.
- Biancarosa, I., Belghit, I., Bruckner, C. G., Liland, N. S., Waagbø, R., Amlund, H., & Lock, E. J. (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(5), 2035-2042.
- Blanco, M.; Vázquez, J.A.; Pérez-Martín, R.I.; Sotelo, C.G. Hydrolysates of fish skin collagen: An opportunity for valorizing fish industry byproducts. *Mar. Drugs* 2017, 15, 131
- Br Sitepu, G. S., Santoso, J., & Trilaksani, W. (2019). Profiling of Collagens from Swim Bladder of Catfish (*Pangasius* sp.) by Acid Extraction. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 327–339.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i2.27781>
- Brown, E. M., Allsopp, P. J., Magee, P. J., Gill, C. I., Nitecki, S., Strain, C. R., & McSorley, E. M. (2014). Seaweed and human health. *Nutrition reviews*, 72(3), 205-216.
- BSN. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3735-1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional;1995.
- Carvalho, A.M.; Marques, A.P.; Silva, T.H.; Reis, R.L. Evaluation of the potential of collagen from codfish skin as a biomaterial for biomedical applications. *Mar. Drugs* 2018, 16, 495.

- Casadidio, C.; Peregrina, D.V.; Gigliobianco, M.R.; Deng, S.; Censi, R.; Martino, P.D. Chitin and Chitosans: Characteristics, Eco-Friendly Processes, and Applications in Cosmetic Science. *Mar. Drugs* **2019**, *17*, 369.
- Castrogiovanni, P.; Trovato, F.M.; Loreto, C.; Nsir, H.; Szychlinska, M.A.; Musumeci, G. Nutraceutical Chapman, V. J., & Chapman, D. J. (1980). Sea vegetables (algae as food for man). In *Seaweeds and their Uses* (pp. 62-97). Springer, Dordrecht.
- Chakraborty, M.; Hasanuzzaman, M.; Rahman, M.; Khan, M.A.R.; Bhowmik, P.; Mahmud, N.U.; Tanveer, M.; Islam, T. Mechanism of Plant Growth Promotion and Disease Suppression by Chitosan Biopolymer. *Agriculture* **2020**, *10*, 624.
- Chen X, Li H, Zhang B, & Deng Z (2022). The synergistic and antagonistic antioxidant interactions of dietary phytochemical combinations. *Crit Rev Food Sci Nutr* 62:5658–5677. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1888693>
- controlled trial in normal-weight and obese Japanese adults. *J Nutr Sci* 6:e5. <https://doi.org/10.1017/jns.2017.1>
- Cheng M, He B, Wan T, Zhu W, Han J, Zha B *et al.* 2012. 5-Fluorouracil Nanoparticles Inhibit Hepatocellular Carcinoma via Activation of the p53 Pathway in the Orthotopic Transplant Mouse Model. *PloS ONE* 7(10): 1-12.
- Chinh, N.T.; Manh, V.Q.; Trung, V.Q.; Lam, T.D.; Huynh, M.D.; Tung, N.Q.; Trinh, N.D.; Hoang, T. Characterization of Collagen Derived From Tropical Freshwater Carp Fish Scale Wastes and Its Amino Acid Sequence. *Nat. Prod. Commun.* **2019**, *14*, 1–12
- Coppola, D.; Lauritano, C.; Esposito, F.P.; Riccio, G.; Rizzo, C.; De Pascale, D. Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Mar. Drugs* **2021**, *19*, 116
- Costa LS, FidelisGP, Cordeiro SL,Oliveira R, Sabry,DA,Câmara, RBG,.(2010).Biological activities of sulfated polysaccharides from tropical seaweeds. *Biomed Pharmacother*;64:21–8. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2009.03.005>.
- Cumming, M.H.; Hall, B.; Hofman, K. Isolation and Characterisation of Major and Minor Collagens from Hyaline Cartilage of Hoki (*Macruronus novaezelandiae*). *Mar. Drugs* **2019**, *17*, 223.
- Dahlia, S. 2019. Pengaruh Pemberian Dekok Beras Putih, Beras Merah dan Beras Hitam Terhadap Efek Hiperglikemia pada Mencit Putih Jantan Galur Swiss Webster (Doctoral dissertation)

- Destiana, A. L., & Sari, S. H. (2018). Ekstraksi kolagen ikan manyung dan ikan kakap sebagai alternatif kolagen. *Bio-Site*, 4(2), 48–52.
- Dewi, A. T. C., Romadhoni, F., Qadariyah, L., & Mahfud, M. 2018. Potensi Klorofil Ekstrak Mikroalga Hijau (*Chlorella* sp.) dan Daun Suji (*Pleomele angustifolia*) Menggunakan Metode Soxhlet sebagai Dye Sensitizer pada Dye Sensitized Solar Cells (DSSC). *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), F124-F126.
- Dong, L.; Wichers, H.J.; Govers, C. (2019). Beneficial Health Effects of Chitin and Chitosan. In *Chitin and Chitosan*; John Wiley & Sons Ltd.: Hoboken, NJ, USA; pp. 145–167.
- E. Ioannou, & Roussis. (2009). Natural products from seaweeds, in: A. Osbourn, V. Lanzotti (Eds.), *Plant Derived Natural Products*, Springer, New York, pp. 51–81.
- Egra S, Kuspradini H, Kusuma IW, Batubara I, Imra, Nurjannah, Wahyuni E, Yamauchi K, Mitsunaga. 2023. Potential of prospective medicinal plants of Rhizophoraceae from North Kalimantan, Indonesia. *BIODIVERSITAS*. 24(3):1346-1355. DOI: 10.13057/biodiv/d240303.
- Ehrlich, H., Shaala, L. A., Youssef, D. T., Żółtowska-Aksamitowska, S., Tsurkan, M. *et al.* (2018). Discovery of chitin in skeletons of *non-verongi* Red Sea demosponges. *PLoS One*, 13(5), e0195803. DOI 10.1371/journal.pone.0195803.
- El Blidi, O.; Omari, N.E.I.; Balahbib, A.; Ghchime, R.; El Menyiy, N.; Ibrahimi, A.; Kaddour, K.B.; Bouyahya, A.B.; Chokairi, O.; Barkiyou, M. Extraction Methods, Characterization and Biomedical Applications of Collagen: A Review. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 2021, 11, 13587–13613.
- El Kady, E. Chitin, Chitosan and Glucan, Properties and Applications. *World J. Agric. Soil Sci.* 2019, 3, 1–19.
- Elfawy, H.A, & Das, B. (2019) Crosstalk between mitochondrial dysfunction, oxidative stress, and age related neurodegenerative disease: etiologies and therapeutic strategies. *Life Sci* 218:165–184.
- Elgadir, M.A.; Mirghani, M.E.S.; Adam, A.(2013). Fish gelatin and its applications in selected pharmaceutical aspects as alternative source to pork gelatin. *J. Food Agric. Environ.* 2013, 11, 73–79.

- El-Hack, M.E.A.; El-Saadony, M.T.; Shafi, M.E.; Zabermawi, N.M.; Arif, M.; Batiha, G.E.; Khafaga, A.F.; El-Hakim, Y.M.A.; Al-Sagheer, A.A. Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan and its derivatives and their applications: A review. *Int. J. Biol. Macromol.* 2020, 164, 2726–2744.
- El-Knidri H, Belaabed R, Addaou A, Laajeb A, Lahsini A. 2018. Extraction, chemical modification and characterization of chitin and chitosan. *Intl J Biol Macromol* 120:1181-1189. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.08.139.
- Elvina, W., & Utami, R. T. (2022). Kajian potensi pemanfaatan limbah sisik ikan dari usaha ikan tangkap laut (Studi Kasus Pasar Kota Bengkulu). *Manfish Journal*, 2(3), 151–158. <https://doi.org/10.31573/manfish.v2i3.468>
- Faustino, J.F.; Ribeiro-Silva, A.; Dalto, R.F.; Souza, M.M.; Furtado, J.M.; Rocha Gde, M.; Alves, M.; & Rocha, E.M. (2017). Foods and Health Benefits: A Review. *Adv. Food Nutr. Res*, 81, 109–159.
- Febriana LG, Nyai Ayu Sylfia Stannia P. H, Fitriani AN, Putriana NA. 2021. Potensi Gelatin dari Tulang Ikan sebagai Alternatif Cangkang Kapsul Berbahan Halal: Karakteristik dan Pra Formulasi. *Majalah Farmasetika*, 6 (3): 223-233.
- Febriana, F., & Oktavia, A. I. 2019. Perbedaan Kadar Flavonoid Total dari Ekstrak Daun Kejibeling (*Strobilanthus crispus* L. Blume) Hasil Metode Maserasi dan Perkolasi (Doctoral dissertation, Akademi Farmasi Putra Indonesia Malang).
- Felician, F.F.; Xia, C.; Qi, W.; Xu, H. Collagen from Marine Biological Sources and Medical Applications. *Chem. Biodivers.* 2018, 15, e1700557
- Fish Collagen Peptides Market Size by Source n.d. Available online: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/fish-collagen-peptides-market> (accessed on 15 Mei 2024).
- Functional Properties, Applications and Future Potentials.(2015). *Food Eng. Rev.*, 7, 33–44. [CrossRef].
- Global Marine Collagen Market. Industry Trends Forecast to 2029. Available online: <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-marine-collagen-market> (accessed on 3 Mei 2024).
- GMIA. Gelatin Handbook. USA: Gelatin Manufacturers Institute of America; 2019.
- Gómez-Guillén, M. C., & Montero, P. (2001). Extraction of gelatin from megrim (*Lepidorhombus boscii*) skins with organic acids. *JFS: Food Chemistry and Toxicology*, 66(2), 213–216.

- Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., & Montero, P. (2005). Extraction of gelatin from fish skins by high pressure treatment. *Food Hydrocolloids*, 19(5), 923–928.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.12.011>
- Grande, A.L., Gorinstein, S., & Rangel, E.E., Ortiz, G.D., & Ayala, A.L.M. (2018). Plant Sources, Extraction Methods, and Uses of *Squalene*. Sources, Extraction Methods, and Uses of *Squalene*. *International Journal of Agronomy*. 1-13,
<https://doi.org/10.1155/2018/1829160>.
- Grasa-López A, Miliar-García Á, & Quevedo-Corona L (2016) Undaria pinnatifida and fucoxanthin ameliorate lipogenesis and markers of both inflammation and cardiovascular dysfunction in an animal model of diet-induced obesity. *Mar Drugs* 14:148. <https://doi.org/10.3390/md14080148>.
- H.O. Mohammed, M.N. O'Grady, M.G. O'Sullivan, R.M. Hamill, K.N. Kilcawley, & J. P. Kerry. (2021). An assessment of selected nutritional, bioactive, thermal and technological properties of brown and red Irish seaweed species, *Foods* 10(11) 2784, <https://doi.org/10.3390/foods10112784>.
- Hackett, C.; Grim, B.; Stonawski, M.; Skirbekk, V.; Potančoková, M.; Abel, G. The Global Religious Landscape; Pew Research Center: Washington, DC, USA, 2012.
- Halimu RB, Sulistijowati RS, Mile L. 2017. Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneratia alba*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 5(4): 93-97.
- Hall, A. C., Fairclough, A. C., Mahadevan, K., & Paxman, J. R. (2012). *Ascophyllum nodosum* enriched bread reduces subsequent energy intake with no effect on postprandial glucose and cholesterol in healthy, overweight males. A pilot study. *Appetite*, 58(1), 379-386.
- Hanan, Endang. 2015. Analisis Fitokimia. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hartati, I., & Kurniasari, L. (2010). Kajian produksi kolagen dari limbah sisik ikan secara ekstraksi enzimatis. *Momentum*, 6(1), 33–35. www.menlh.go.id,
- Hartl, L.; Zach, S.; Seidl-Seiboth, V. Fungal chitinases: Diversity, mechanistic properties and biotechnological potential. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2011, 93, 533–543.
- Hasan, T., Yasir, Y., & Firno. (2020). Analisis kandungan kolagen ekstrak tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) asal kabupaten Gowa. *Jurnal Farmasi Dan Bahan Alami*, 8(1), 94–100.

- Hermanto, D.; Mudasir, M.; Siswanta, D.; Kuswandi, B. Synthesis of Alginate-Chitosan Polyelectrolyte Complex (PEC) Membrane and Its Physical-Mechanical Properties. *J. Kim. Sains dan Apl.* 2019, 22, 11–16.
- Hintz T, Matthews, K.K, & Di, R (2015) The use of plant antimicrobial compounds for food preservation. *BioMed Res Int* 2015:1– 12.
<https://doi.org/10.1155/2015/246264>
- Hochberg, M.C.(2010). Structure-modifying effects of chondroitin sulfate in knee osteoarthritis: an updated meta-analysis of randomized placebo-controlled trials of 2-year duration. *Osteoarthr. Cartil.*, 18 (Suppl.1), S28–S31. [CrossRef]
<https://doi.org/10.1016/j.jfs.2018.12.029>.
- How to cite this article Nurilmala, M., M.T. Nasirullah, T. Nurhayati & N. Darmawan. 2021. Karakteristik fisik-kimia gelatin dari kulit
- Ibtissam, C., Hassane, R., Jose, M., Francisco, D. S. J., Antonio, G. V. J., Hassan, B., & Mohamed, K. (2009). Screening of antibacterial activity in marine green and brown macroalgae from the coast of Morocco. *African Journal of Biotechnology*, 8(7).
- Idrus, S., Hadinoto, S., & Kolanus, J. P. M. (2018). Karakterisasi kolagen gelembung renang tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) dari perairan maluku menggunakan ekstraksi asam. *Biopropal Industri*, 9(2), 87–94.
- ikan patin, ikan nila, dan ikan tuna. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 23 (1): 71-77 DOI <https://doi.org/10.22146/jfs.59960>
- Indiyani K., Asnani M., dan Suwarjoyowirayatno. (2019). Pengaruh Metode Pengeringan Yang Berbeda Terhadap Komposisi Kimia, Vitamin C Dan Aktivitas Antioksidan Anggur Laut *Caulerpa racemosa*. *J. Fish Protech.* 2 (1). ISSN: 2621-1475
- Irfan, Y. P. 2018. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dan Penetapan Kadar Flavonoid Totalnya (Doctoral dissertation, Universitas Wahid Hasyim Semarang).
- Islam, S.; Bhuiyan, M.A.R.; Islam, M.N. Chitin and Chitosan: Structure, Properties and Applications in Biomedical Engineering. *J. Polym. Environ.* 2016, 25, 854–866.

- J. Milinovic, A.L. Fernando, B. Campos, B. Leite, P. Mata, M. Diniz, J. Sardinha, & J. P. Noronha. (2021). Nutritional benefits of edible macroalgae from the central Portuguese coast: inclusion of low-calorie 'sea vegetables' in human diet, *Environ. Sci. Nat. Resour.* 28 (5), 556250, <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2021.28.556250>.
- Jafari, H., Lista, A., Siekapen, M. M., Ghaffari-Bohlouli, P., Nie, L., Alimoradi, H., & Shavandi, A. (2020). Fish collagen: Extraction, characterization, and applications for biomaterials engineering. *Polymers*, 12(10), 1–37. <https://doi.org/10.3390/polym12102230>
- Jamilah, B., & Harvinder, K. G. (2002). Properties of gelatins from skins of fish—black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chemistry*, 77(1), 81–84. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00328-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00328-4)
- Jamilah, B., Tan, K. W., Umi Hartina, M. R., & Azizah, A. (2011). Gelatins from three cultured freshwater fish skins obtained by liming process. *Food Hydrocolloids*, 25(5), 1256–1260..
- Jayaramudu, T.; Varaprasad, K.; Pyarasani, R.D.; Reddy, K.K.; Kumar, K.D.; Akbari-Fakhrabadi, A.; Mangalaraja, R.V.; Amalraj, J. Chitosan Capped Copper Oxide/Copper Nanoparticles Encapsulated Microbial Resistant Nanocomposite Films. *Int. J. Biol. Macromol.* 2019, 128, 499–508
- Jaziri, A.A., Shapawi, R., Mokhtar, R.A.M., Noordin, W.N.M., & Huda, N. (2022). Physicochemical and Microstructural Analyses of Pepsin-Soluble Collagens Derived from Lizardfish (*Saurida tumbil* Bloch, 1795) Skin, Bone and Scales. *Gels*, 8(8), 471.
- Jeevithan, E.; Zhao, Q.; Bao, B.; & Wu, W. (2013). Biomedical and Pharmaceutical Application of Fish Collagen and Gelatin: A Review. *J. Nutr. Ther.* 2, 218–227
- Jiang, L.; Luo, Z.; Liu, H.; Wang, F.; Li, H.; Gao, H.; Zhang, H. Preparation and Characterization of Chitosan Films Containing Lychee (*Litchi Chinensis* Sonn.) Pericarp Powder and Their Application as Active Food Packaging. *Foods* 2021, 10, 2834
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Tanaka, M. (2006). Skin gelatin from bigeye snapper and brownstripe red snapper: Chemical compositions and effect of microbial transglutaminase on gel properties. *Food Hydrocolloids*, 20(8), 1216–1222. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.01.006>

- Julianto, T. S. Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. 2019.
- K. Mahadevan, Seaweeds: a sustainable food source, in: B.K. Tiwari, D.J. Troy.(2015).(Eds.), Seaweed Sustainability. Food and *Non*-Food Applications, Elsevier, Food and Consumer Technology, Manchester Metropolitan University, Manchester, UK, 2015, pp. 347–364.
- Kamal, T.; Khan, S.B.; Asiri, A.M. Nickel Nanoparticles-Chitosan Composite Coated Cellulose Filter Paper: An Efficient and Easily Recoverable Dip-Catalyst for Pollutants Degradation. *Environ. Pollut.* 2016, 218, 625–633.
- Kartika, I. W. D., Trilaksani, W., & Adnyane, I. K. M. (2016). Karakterisasi kolagen limbah gelembung renang ikan cunang hasil ekstraksi asam dan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), 222.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i3.15074>
- Kasimala, M. B., Mebrahtu, L., Mehari, A., & Tsighe, K. N. (2017). Proximate composition of three abundant species of seaweeds from red sea coast in Massawa, Eritrea. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 8(2), 44-49e.
- Khalili Tilami, S.; & Sampels, S. (2018).Nutritional Value of Fish: Lipids, Proteins, Vitamins, and Minerals. *Rev. Fish. Sci. Aquac.*, 26, 243–253. [CrossRef]
- Khan, S.B.; Qian, Z.-J.; Ryu, B.; Kim, S.-K. Isolation and biochemical characterization of collagens from seaweed pipefish, *Syngnathus schlegeli*. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 2009, 14, 436–442.
- Kildeeva, N.; Chalykh, A.; Belokon, M.; Petrova, T.; Matveev, V.; Svidchenko, E.; Surin, N.; Sazhnev, N. Influence of Genipin Crosslinking on the Properties of Chitosan-Based Films. *Polymers* 2020, 12, 1086.
- Kılınç, B., Cirik, S., Turan, G., Tekogul, H., & Koru, E. (2013). Seaweeds for food and industrial applications. In *Food industry*. IntechOpen.
- Kmiec, M.; Pighinelli, L.; Tedesco, M.; Silva, M.; dos Reis, V. Chitosan-Properties and Applications in Dentistry. *Adv. Tissue Eng. Regen. Med. Open Access* 2017, 2, 205–211
- Kostag, M.; el Seoud, O.A. Sustainable Biomaterials Based on Cellulose, Chitin and Chitosan Composites–A Review. *Carbohydr. Polym. Technol. Appl.* 2021, 2, 100177.
- Kulka, K.; Sionkowska, A. Chitosan Based Materials in Cosmetic Applications: A Review. *Molecules* 2023, 28, 1817. <https://doi.org/10.3390/molecules28041817>

- Kumar, M.; Brar, A.; Vivekanand, V.; & Pareek, N. (2019). Biomedical and Nutraceutical Applications of Chitin and Chitosan. <https://doi.org/10.1002/9781119555384.ch15>.
- Kumari, S.; & Rath, P.K. (2014). Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from (*Labeo rohita*) Fish Scales. *Proced. Mater. Sci.*, 6, 482–489. [CrossRef].
- Kundam, D.N. (2018). Israel Okpunyi Acham, and Abraham Tartenger Girgih. *Asian Food Sci. J.* 2018, 4, 1–14.
- Kusmiati AR, Nurhayati. 2020. Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Logam Berat Pb pada Limbah Praktikum Kimia Farmasi. *Indonesian Journal of Laboratory*. 3(1): 6-14.
- L. Shahnaz, M. & Shameel. (2009). Chemical composition and bioactivity of some benthic algae from Karachi coast of Pakistan, *Int. J. Algae* 11 (4), 377–393.
- Lai VMF, Wong PA-L, Lii C-Y (2000): Effects of cation properties on sol-gel transition and gel properties of κ -carrageenan. *Journal of Food Science* 65, 1332–1337.
- Lamela M, Anca J, & Villar R.(1989). Hypoglycemic activity of several seaweed extracts. *J Ethnopharmacol* 27:35–43. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(89\)90075-5](https://doi.org/10.1016/0378-8741(89)90075-5)
- Leba, M. A. U. 2017. *Buku Ajar Ekstraksi dan Real Kromatografi*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Lee C, Chen S, & Liu, H. R.(2022). Fucoxanthin decreases lipopolysaccharide-induced acute lung injury through the inhibition of RhoA activation and the NF- κ B pathway. *Environ Toxicol.*;37(9):2214-2222. doi: 10.1002/tox.23587.
- Leibbrandt A, Meier Ch, Konig-Schuster M, Weinmullner R, Kalthoff D, Pflugfelder B, Graf P, Frank-Gehrke B, Beer M, Fazekas T, Unger H, Prieschl-Grassauer E, Grassauer A (2010): Iota-carrageenan is a potent inhibitor of influenza A virus infection. *PLoS ONE* 5, 1–12.
- LIPI. (2013). Indonesia Jerman Kembangkan Kerjasama Bioteknologi Pembuatan Obat. <http://lipi.go.id/berita/single/indonesia/jerman-kembangkan-kerjasama-bioteknologi-pembuatan-obat/8542>.
- Liu, H.; Huang, K. Structural Characteristics of Extracted Collagen from Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Bone: Effects of Ethylenediaminetetraacetic Acid Solution and Hydrochloric Acid Treatment. *Int. J. Food Prop.* 2016, 19, 63–75

- Lohrmann NL, Logan BA, & Johnson AS. (2004). Seasonal acclimatization of antioxidants and photosynthesis in *Chondrus crispus* and *Mastocarpus stellatus*, two co-occurring red algae with differing stress tolerances. *Biol Bull* 207:225–32. <https://doi.org/10.2307/1543211>.
- Lopes, D.; Melo, T.; Meneses, J.; Abreu, M.H.; Pereira, R.; Domingues, P.; Lillebø, A.I.; Calado, R.; & Rosário Domingues, M. (2019). A New Look for the Red Macroalga *Palmaria palmata*: A *seafood* with polar lipids rich in EPA and with antioxidant properties. *Mar. Drugs*, 17, 533. [CrossRef]
- Luthfiyana N, Bija S, Anwar E, Laksmiawati DR, Rosalinda GL. 2022. Characteristics and activity of chitosan from mud crab shells on acne bacteria: *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* and *Propionibacterium acnes*. *BIODIVERSITAS*. 23(12): 6645-6651
- Luthfiyana N, Bija S, Anwar E, Laksmiawati DR, Rosalinda GL. 2022. Characteristics and activity of chitosan from mud crab shells on acne bacteria: *Staphylococcus aureus*, *S.epidermidis* and *Propionibacterium acnes*. *Biodiversitas*. 23(12): 23(12):6645-6651. DOI: 10.13057/biodiv/d231263.
- Luthfiyana N, Nurhikma, Hidayat T. Karakteristik masker gel peel off dari sediaan bubur rumput laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(1): 119-127.
- Luthfiyana N, Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Hidayat T. 2016. Rasio bubur rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum* sp. sebagai formula krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 19(3): 183-195.
- Luthfiyana N, Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Hidayat T. 2016. Rasio bubur rumput laut
- Luthfiyana N, Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Hidayat T. 2016. Rasio bubur rumput laut
- Ly, S.H. High-Performance Superplasticizer Based on Chitosan. In *Biopolymers and Biotech Admixtures for Eco-Efficient Construction Materials*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 131–150.
- M.A.M. Siddique, M.S. Hossain, M.M. Islam, M. Rahman, & G. Kibria.(2022). Heavy metals and metalloids in edible seaweeds of Saint Martin's island, bay of Bengal, and their potential health risks, *Mar. Pollut. Bull.* 181, 113866, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113866>.

- M.L. Wells, P. Potin, J.S. Craigie, J.A. Raven, S.S. Merchant, K.E. Helliwell, A. G. Smith, M.E. Camire, S.H. Brawley. (2017). Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding, *J. Appl. Phycol.* 29 (2) 949–982, <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0974-5>.
- MacArtain, P., Gill, C. I., Brooks, M., Campbell, R., & Rowland, I. R. (2007). Nutritional value of edible seaweeds. *Nutrition reviews*, 65(12), 535-543. *Journal of the Maharaja Sayajirao University of Baroda* ISSN: 0025-0422 Volume-55, No.1 (VI) 2021 254
- Mahmood, A.; Patel, D.; Hickson, B.; DesRochers, J.; Hu, X. Recent progress in biopolymer-based hydrogel materials for biomedical applications. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 1415.
- Mahmood, K., Muhammad, L., Ariffin, F., Razak, H. K. B. A., & Sulaiman, S. (2016). Review of fish gelatin extraction, properties and packaging applications. *Food Science and Quality Management*, 56(1), 47–59.
- Mahmoodani, F., Ardekani, V. S., Fern, S. S., & Yusop, S. M. B. A. (2014). Optimization of extraction and physicochemical properties of gelatin from pangasius catfish (*Pangasius sutchi*) skin. *Sains Malaysiana*, 43(7), 995–1002.
- Mahrus. (2014). Kontroversi Produk Rekayasa Genetika Yang Dikonsumsi Masyarakat. *Jurnal Biologi Tropis*. Vol. 14 No. 2, 108-119.
- Manam, D. V. K., & Subbaiah, M. (2020). Biochemical Investigation of Marine Seaweeds *Colpomenia Sinuosa* and *Halymenia porphyroides* Collected Along Southeast Coast of Tamilnadu, India. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*.
- Mania, S.; Partyka, K.; Pilch, J.; Augustin, E.; Cie'slik, M.; Ryl, J.; Jinn, J.-R.; Wang, Y.-J.; Michałowska, A.; Tylingo, R. Obtaining and Characterization of the PLA/Chitosan Foams with Antimicrobial Properties Achieved by the Emulsification Combined with the Dissolution of Chitosan by CO₂ Saturation. *Molecules* 2019, 24, 4532.
- Manivannan, K., Thirumaran, G., Karthikai Devi, G., Anantharaman, P., & Balasubramanian, T. (2009). Proximate composition of different group of seaweeds from Vedalai Coastal waters (Gulf of Mannar): Southeast Coast of India. *Middle-East Journal of scientific research*, 4(2), 72-77.

- Marine Collagen Market. Ind Trends Forecast to 2029 n.d. Available online: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/sample/rep-gb-11528> (5 Mei 2024).
- Maschmeyer, T.; Luque, R.; Selva, M. Upgrading of marine (fish and crustaceans) biowaste for high added-value molecules and bio(nano)-materials. *Chem. Soc. Rev.* 2020, 49, 4527–4563
- Matar, S. F. (2025). Crystal chemistry and ab initio DFT studies of original materials: superhard C5, C4N, and C2N2 nitrides. *Academia Materials Science*, 2(1). <https://doi.org/10.20935/AcadMatSci7538>
- Matdoan N. M., Labetubun, Glorens R. (2015). Keanekaragaman dan Pola Distribusi Anggur Laut (*Caulerpa* sp.) Di Desa Letman Kecamatan Kei Kecil Kabupaten Maluku Tenggara. *Jurnal Biopendix*, 2 (1): 15-19 [3].
- Mberato, S. P., Rumengan, I. F. M., Warouw, V., Wullur, S., Rumampuk, N. D. T., Undap, S. L., Suptijah, P., & Luntungan, A. H. (2020). Penentuan struktur molekul kolagen sisik ikan kakatua (*Scarus* sp) berdasarkan serapan molekul terhadap gelombang FTIR. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(1), 7. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.1.2020.27285>
- Meng, Q.; Sun, Y.; Cong, H.; Hu, H.; Xu, F.J. An Overview of Chitosan and Its Application in Infectious Diseases. *Drug Deliv. Transl. Res.* 2021, 11, 1340–1351.
- Mikami N, Hosokawa M, & Miyashita K (2017) Reduction of HbA1c levels by fucoxanthin-enriched akamoku oil possibly involves the thrifty allele of uncoupling protein 1 (UCP1): a randomised controlled trial in normal-weight and obese Japanese adults. *J Nutr Sci.* doi: 10.1017/jns.2017.1.
- Mogobe, O.; Mosepele, K.; & Masamba, W.R.L. (2015). Essential mineral content of common fish species in Chanoga, Okavango Delta, Botswana. *Afr. J. Food Sci.* 2015, 9, 480–486.
- Mumtaj, S. (2015). Study on the biochemical characterization of marine seaweeds of Mandabam sea coast. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(10), 273-281.
- Murata, M., Ishihara, K., & Saito, H. (1999). Hepatic fatty acid oxidation enzyme activities are stimulated in rats fed the brown seaweed, *Undaria pinnatifida* (wakame). *The Journal of nutrition*, 129(1), 146-151.

- Nasri, M. Protein Hydrolysates and Biopeptides: Production, Biological Activities, and Applications in Foods and Health Benefits. A Review. *Adv Food Nutr Res.*81:109-159. doi: 10.1016/bs.afnr.2016.10.003.
- Nebula M, Harisankar HS, Chandramohanakumar N. 2013. Metabolites and bioactivities of Rhizophoraceae mangroves. *Nat Products Bioprospect* 3 (5): 207-232. DOI: 10.1007/s13659-013-0012-0
- Necas,J.,& Bartosikova,L.(2013). Carrageenan: a review. *Veterinari Medicina*, 58, 2013 (4): 187–205
- Nguyen, C. T., Vu, M. Q., Phan, T. T., Vu, T. Q., Vo, Q. A., Bach, G. L., & Thai, H. (2020). Novel pH-Sensitive hydrogel beads based on carrageenan and fish scale collagen for allopurinol drug delivery. *Journal of Polymers and the Environment*, 28(6), 1795–1810. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01727-6>
- Nimni, M.E.; Harkness, R.D. Molecular Structure and Functions of Collagen. In *Collagen*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2018; Volume 1, pp. 1–78.
- Njinkouea, J.M.; Gouado, I.; Tchoumboungang, F.; Yanga Ngueguim, J.H.; Ndinteh, D.T.; Fomogne-Fodjo, C.Y.; Schweigert, F.J.(2016). Proximate composition, mineral content and fatty acid profile of two marine fishes from Cameroonian coast: *Pseudotolithus typus* (Bleeker, 1863) and *Pseudotolithus elongatus* (Bowdich, 1825), 4, 27–31. [CrossRef]
- Novaczek, I. (2001). A Guide to the Common Edible and Medicinal Sea Plants of the Pacific Islands, 40 pp. Community Fisheries Training Pacific Series/University of the South Pacific, Secretariat of the Pacific Community 3A. ISBN 083-203-835-6.
- Nucifera IF, Zaharah TA, Syahbanu I. 2016. Uji stabilitas kitosan-kaolin sebagai adsorben logam berat Cu(II) dalam air. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 5(2): 43-49.
- Nurdin WN, Sari K, Mahmud NRA. 2022. Sintesis bioplastik dari rumput laut *Eucheuma cottonii* di kota Kupang. *Jurnal Aquatik*. 5(2): 205-217.
- Nurhidayah, Soekendarsi, E., & Erviani, A. E. (2019). Kandungan kolagen sisik ikan bandeng (*Chanos-chanos*) dan sisik ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Biologi Makassar*, 4(1), 39–47.
- Nurilmala, M., Adinugraha, S. C., Jacoeb, A. M., Susilawati, S., & Ochiai, Y. (2020). Evaluation of the properties of tuna skin gelatin as a hardcapsule material. *Fisheries Science*, 86, 917-24.

- Nurilmala, M., Darmawan, N., Putri, E. A. W., Jacob, A. M., & Irawadi, T. T. (2021). Pangasius fish skin and swim bladder as gelatin sources for hard capsule material. *International Journal of Biomaterials*, 2021, 1-6.
<https://doi.org/10.1155/2021/6658002>
- Nurilmala, M., Nasirullah, M. T., Nurhayati, T., & Darmawan, N. (2021). Karakteristik fisik-kimia gelatin dari kulit ikan patin, ikan nila, dan ikan tuna. *Jurnal Perikanan Universitas Gajah Mada*, 23(1), 71-77.
<https://doi.org/10.22146/jfs.59960>.
- Nurjanah, Baharuddin, T. I., & Nurhayati, T. (2021). Ekstraksi kolagen kulit ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) menggunakan enzim pepsin dan papain. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(2), 174–187.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i2.35410>
- Nusaibah, N., Sari, R. M., & Widodo, D. I. (2022). Pemanfaatan ekstrak daun pedada (*Sonneratia caseolaris*) dan daun katang-katang (*Ipomoea pes-caprae*) sebagai agen antioksidan pada formulasi face mist. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(3), 441-456.
<http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i3.42563>.
- Otero, P.; Carpena, M.; Garcia-Oliveira, P.; Echave, J.; Soria-Lopez, A.; Garcia-Perez, P.; Fraga-Corral, M.; Cao, H.; Nie, S.; Xiao, J. (2021). Seaweed polysaccharides: Emerging extraction technologies, chemical modifications and bioactive properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 1, 1–29. [CrossRef].
- P. Cherry, C. O'Hara, P.J. Magee, E.M. McSorley, P.J. (2019). Allsopp, Risks and benefits of consuming edible seaweeds, *Nutr. Rev.* 77 (5) (2019) 307–329,
<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy066>.
- Pabendon, M. B. (2013). Peran Penelitian Bioteknologi Menunjang Pertanian Bioindustri. Seminar Nasional Serealia
- Pal, J.; Shukla, B.N.; Maurya, A.K.; Verma, H.O.; Pandey, G.; Amitha, A. (2018). A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. *Int. J. Fish. Aquat. Stud*, 6, 427–430.
- Pamungkas, B. F., Supriyadi, S., Murdiati, A., & Indrati, R. (2018). Ekstraksi dan karakterisasi kolagen larut asam dan pepsin dari sisik haruan (*Channa striatus*) kering. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3), 513–521.

- Pandharipande, S.; Jana, R.; & Ramteke, A.(2018). Synthesis and Characterization of Chitosan from Fish Scales. *Int. J. Sci. Eng. Technol. Res. (IJSETR)*, 7, 287–291.
- Paradis, M. E., Couture, P., & Lamarche, B. (2011). A randomised crossover placebocontrolled trial investigating the effect of brown seaweed (*Ascophyllum nodosum* and *Fucus vesiculosus*) on postchallenge plasma glucose and insulin levels in men and women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36(6), 913-919.
- Park, J. W., Scott Whiteside, W., & Cho, S. Y. (2008). Mechanical and water vapor barrier properties of extruded and heat-pressed gelatin films. *LWT-Food Science and Technology*, 41(4), 692–700.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.04.015>
- Paxman, J. R., Richardson, J. C., Dettmar, P. W., & Corfe, B. M. (2008). Daily ingestion of alginate reduces energy intake in free-living subjects. *Appetite*, 51(3), 713-719. *Journal of the Maharaja Sayajirao University of Baroda* ISSN: 0025-0422. Volume-55, No.1 (VI) 2021 255
- Paz S, Rubio C, & Frías I(2019) Human exposure assessment to macro-and trace elements in the most consumed edible seaweeds in Europe. *Environ Sci Pollut Res* 26: 36478–36485. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06713-7>
- Peña, C., de la Caba, K., Eceiza, A., Ruseckaite, R., & Mondragon, I. (2010). Enhancing water repellence and mechanical properties of gelatin films by tannin addition. *Bioresource Technology*, 101(17), 6836–6842.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.112>
- Peng, W.; Li, D.; Dai, K.; Wang, Y.; Song, P.; Li, H.; Tang, P.; Zhang, Z.; Li, Z.; Zhou, Y.; *et al.* Recent progress of collagen, chitosan, alginate and other hydrogels in skin repair and wound dressing applications. *Int. J. Biol. Macromol.* **2022**, 298, 400–408.
- Peng, W.; Li, D.; Dai, K.; Wang, Y.; Song, P.; Li, H.; Tang, P.; Zhang, Z.; Li, Z.; Zhou, Y.; *et al.* Recent progress of collagen, chitosan, alginate and other hydrogels in skin repair and wound dressing applications. *Int. J. Biol. Macromol.* **2022**, 298, 400–408.
- Pertiwi I, Zaman NN, Arifki HH, Silalahi K, Wenni HPP, Wathon N. 2018. Kitosan sebagai eksipien dalam sistem penghantaran obat baru. *Farmaka*. 16(3): 310-321

- Pise, N. M., & Sabale, A. B. (2010). Biochemical composition of seaweeds along central west coast of India. *Pharmacognosy Journal*, 2(7), 148-150.
- Pokhrel, S.; Yadav, P.N.; & Adhikari, R. (2015). Applications of Chitin and Chitosan in Industry and Medical Science: A Review. *Nepal J. Sci. Technol.*, 16, 99–104. [CrossRef]
- Ponnanikajamideen, M., Malini, M., Malarkodi, C., & Rajeshkumar, S. (2014). Bioactivity and phytochemical constituents of marine brown seaweed (*Padina tetrastomatica*) extract from various organic solvents. *Int. J. Pharm. Ther*, 5, 108-112.
- Popa, O. Narcisa Elena Bsbeanu, Ioana Popa, Sultana Nita and Cristina Elena Dinu-Pârvu, Methods for Obtaining and Determination of *Squalene* from Natural Sources. *BioMed Res. Int.* 2015, 2015, 1– [CrossRef] [PubMed]
- Pramesti, H. N., Purnomo, Y. S., Amalia, A., Rachmanto, T. A., & Cahyonugroho, H. (2022). Effectiveness of waste shrimp shell as Chitosan Polymer Medium (CPM) mask in reducing cigarette smoke. 3rd International Conference Eco-Innovation in Science, Engineering, and Technology. NST Proceedings. pages 393-398. doi: 10.11594/ nstp.2022.2760.
- PU, H. V., & Mathew, L. (2017). HPTLC based chemical fingerprint profiling of sterols of selected brown algae from Kerala. *Journal of Pharmacognosy and phytochemistry*, 6(4), 951-955.
- Purwaningsih S, Salamah E, Adnin MN. 2015. Efek fotoprotektif krim tabir surya dengan penambahan karaginan dan buah bakau hitam (*Rhizopora mucronata* Lamk.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(1): 1-14.
- Qiu, W.; Vakili, M.; Cagnetta, G.; Huang, J.; Yu, G. Effect of high energy ball milling on organic pollutant adsorption properties of chitosan. *Int. J. Biol. Macromol.* 2020, 148, 543–549.
- R. Othman, N.A. Amin, A.E. Abu Bakar, N. Ahmad Fadzillah, N. Mahmad. (2019). Carotenoid pigments of red, green and brown macroalgae species as potential active pharmaceutical ingredients, *J. Pharm. Nutr. Sci.* 9, 14–19. Review. *Mar. Drugs* 2017, 15, 143. [CrossRef].
- Rakkhumkaew N, Pengsuk C. Chitosan and chitooligosaccharides from shrimp shell waste: characterization, antimicrobial and shelf life extension in bread. *Food Sci Biotechnol.* 2018 Feb 13;27(4):1201-1208. doi: 10.1007/s10068-018-0332-2

- Ramadani, D. A., Hermalena, L., & Salihat, R. A. (2019). Pengaruh konsentrasi asam asetat terhadap karakteristik dari sisik ikan julung-julung (*Hemiramphus* sp). *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 4(2), 173–182.
- Retnoningrum, D. S., Kardena, E., & Noer. A. S. (2005). Indonesia Biotechnology Consortium: Present and Future. Workshop on the Establishment of Biotechnology Information Network Asia (BINASIA) Nodal in Indonesia. July 27-28, Jakarta.
- Rochani, N. 2009. Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen) terhadap *Candida albicans* Serta Skrining Fitokimianya (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Rohim R, Yunianta, Estiasih T. 2019. Bioactive Compounds on *Sargassum* sp. Brown Seaweed: A Review. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(2): 115-126.
- Romadhon, R., Darmanto, Y. S., & Kurniasih, R. A. (2019). Karakteristik kolagen dari tulang, kulit, dan sisik ikan nila. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 403–410. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i2.28832>
- Rosema R, Supriyantini E, Sedjati S. 2021. Pemanfaatan Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Pb pada Perairan yang Tercemar Minyak Bumi. *Buletin Oseanografi Marina*. 10(1): 61-66
- Rosselita, p. d. 2020. Pembuatan Liqueur Beraroma Buah Carica dengan Metode Perkolasi.
- Saeed M, Mirghani M, Adam A. 2013. Fish gelatin and its applications in selected pharmaceutical aspects as alternative source to pork gelatin. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 11(1):73-79.
- Safia, W., Budiyanti., & Musraf. (2020). Kandungan Nutrisi Dan Senyawa Bioaktif Rumput Laut (*Euchema cottonii*) Yang Dibudidayakan Dengan Teknik Rakit Gantung Pada Kedalaman Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 261-271.
- Sakinah, A., Trilaksani, W., & Nurhayati, T. (2023). Karakteristik kolagen gelembung renang ikan lencam (*Lethrinus lentjan*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(3), 571–585.
- Sánchez-muniz fj Efectos, de extractos de undaria pinnatifida, *Himantalia elongata* Y (2014). *Nutr Hosp* 1434–1446. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7381>

- Sari, D. K., Wardhani, D. H., & Prasetyaningrum, A. (2012). Pengujian Kandungan Total Fenol *Kappahycus alvarezzi* dengan Metode Ekstraksi Ultrasonik dengan Variasi Suhu dan Waktu. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Schmid, M.; Kraft, L.G.K.; van der Loos, L.M.; Kraft, G.T.; Virtue, P.; Nichols, P.D.; Hurd, C.L. (2018). Southern Australian seaweeds: A promising resource for omega-3 fatty acids. *Food Chem*, 265, 70–77. [CrossRef]
- Sekarsari C, Swastawati F, Kurniasih RA. 2022. Pemanfaatan kolagen gelembung renang ikan manyung (*arius thalassinus*) sebagai pengemulsi body cream. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*. 4(1): 31-39.
- Sembiring, T. E. S., Reo, A. R., Onibala, H., Montolalu, R. I., Taher, N., Mentang, F., & Damongilala, L. J. (2020). Ekstraksi kolagen tulang ikan tuna (*Thunnus* sp) dengan asam klorida. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 107.
<https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29573>
- Setyowati, H., & Setyani, W. (2015). Potensi nanokolagen limbah sisik ikan sebagai cosmeceutical. *Jurnal Farmasi Sains Dan Komunitas*, 12(1), 30–40.
- Setyowati, W. A. E., Ariani, S. R. D., Ashadi Mulyani, B., Rahmawati, C. P. (2014). Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (*Durio zibethenus murr.*) Varietas Petruk: Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI. FKIP Universitas Surakarta.
- Sharifi-Rad M, Anil Kumar NV, & Zucca P (2020) Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. *Front Physiol* 11:694. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00694>.
- Sharifi-Rad, J.; Quispe, C.; Butnariu, M.; Rotariu, L.S.; Sytar, O.; Sestito, S.; Rapposelli, S.; Akram, M.; Iqbal, M.; Krishna, A.; *et al.* Chitosan Nanoparticles as a Promising Tool in Nanomedicine with Particular Emphasis on Oncological Treatment. *Cancer Cell Int*. 2021, 21, 318. [CrossRef] [PubMed].
- Sharifi-Rad, J.; Quispe, C.; Butnariu, M.; Rotariu, L.S.; Sytar, O.; Sestito, S.; Rapposelli, S.; Akram, M.; Iqbal, M.; Krishna, A.; *et al.* Chitosan Nanoparticles as a Promising Tool in Nanomedicine with Particular Emphasis on Oncological Treatment. *Cancer Cell Int*. 2021, 21, 318.
- Shiekh, K.A.; Ngiwngam, K.; Tongdeesoontorn, W. Polysaccharide-Based Active Coatings Incorporated with Bioactive Compounds for Reducing Postharvest Losses of Fresh Fruits. *Coatings* 2022, 12, 8.

- Siburian, W. Z., Rochima, E., & Andriani, Y. (2020). Fish gelatin (definition, manufacture, analysis of quality characteristics, and application): A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(4), 90–95.
- Siddiqui, A.J.; Bhardwaj, J.; Goyal, M.; Prakash, K.; Adnan, M.; Alreshidi, M.M.; Patel, M.; Soni, A.; & Redman, W. (2020). Immune responses in liver and spleen against *Plasmodium yoelii* pre-erythrocytic stages in Swiss mice model. *J. Adv. Res.* 2020, 24, 29–41. [CrossRef].
- Silva A, Rodrigues C, & Garcia-Oliveira P (2021) Screening of bioactive properties in brown algae from the Northwest Iberian Peninsula.
<https://doi.org/10.3390/foods10081915>. *Foods* 10:1915
- Singkulu, F. T., Onibala, H., & Agustin, A. T. (2017). Ekstraksi kolagen tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* L) menjadi gelatin dengan asam klorida. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(3), 163.
- Sinthusamran, S., Benjakul, S., & Kishimura, H. (2013). Comparative study on molecular characteristics of acid soluble collagens from skin and swim bladder of seabass (*Lates calcarifer*). *Food Chemistry*, 138(4), 2435–2441.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.136>
- Sionkowska, A.; Kozłowska, J. Fish Scales As A Biocomposite of Collagen and Calcium Salts. In *Key Engineering Materials*; Trans Tech Publications Ltd.: Stafa-Zurich, Switzerland, 2014; Volume 587, pp. 185–190.
- Songchotikunpan, P., Tattiyakul, J., & Supaphol, P. (2008). Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 42(3), 247–255.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2007.11.005>
- Soni B, Visavadiya NP, & Madamwar D. (2009). Attenuation of diabetic complications by C-phycoerythrin in rats: antioxidant activity of C-phycoerythrin including copper-induced lipoprotein and serum oxidation. *Br J Nutr*;102:102–9. <https://doi.org/10.1017/s0007114508162973>.
- Stanley N (2011): FAO Corporate document repository. Chapter 3: Production, properties and uses of carrageenan. FMC Corporation, Marine Colloids Division 5 Maple Street, Rockland Maine 04841, USA.
- Sudewi, Zebua NF, Sari SF. 2020. Formulasi Sediaan Krim Menggunakan Kolagen Tulang Ikan Patin (*Pangasius* sp.) sebagai Anti Aging. *Journal of Pharmaceutical and Health Research*. 1(2): 27-31.

- Sugiharta, S., Prihatini, E., & Lidia Putama Mursal, I. (2023). Development of raw collagen from waste milkfish (*Chanos chanos*) scales as a preservative and emulsifying agents. *Journal Borneo*, 3(1), 22–33.
<https://doi.org/10.57174/jborn.v3i1.75>
- Suherman B, Muhdar L, Rosmala, DST. 2018. Potensi Kitosan Kulit Udang Vannemei (*Litopenaeus bannamei*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Propionibacterium agnes*, dan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Media Farmasi*, (9)1:
- Sujuliyani, Pebriyanti P, Sipahutar YH. 2021. Formulasi kapa dan iota karagenan dalam pembuatan produk kosmetik pelembap bibir. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 24(3): 330-336.
- Sukara, E & Loadin, S. (2004). *Agricultural Biotechnology in Indonesia*. R & D Center for Biotechnology, The Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Bogor, Indonesia.
- Syad, A. N., Shunmugiah, K. P., & Kasi, P. D. (2013). Seaweeds as nutritional supplements: Analysis of nutritional profile, physicochemical properties and proximate composition of *G. áacerosa* and *S. áwightii*. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 3(2),139-144.
- T. Wernberg, M. Thomsen, G. Kendrick.(2011). Biogenic habitat structure of seaweeds change along a latitudinal gradient in ocean temperature, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 400. 264–271, <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.02.017>.
- Takarina, N.D.;& Fanani, A.A.(2017). Characterization of Chitin and Chitosan Synthesized from Red Snapper (*Lutjanus sp.*) Scale's Waste; American Institute of Physics Conference Series; *American Institute of Physics*: College Park, MD, USA, 2017; p. 030108.
- Tan, L.; Huang, R.; Li, X.; Liu, S.; Shen, Y.M.; Shao, Z. Chitosan-Based Core-Shell Nanomaterials for PH-Triggered Release of Anticancer Drug and near-Infrared Bioimaging. *Carbohydr. Polym.* 2017, 157, 325–334.
- Tania, L. 2018. Pengembangan Animasi Berbasis Simulasi Molekul pada Metode Destilasi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 7(2).
- Tavakolipour, H. (2011). Extraction and evaluation of gelatin from silver carp waste. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3(1), 10–15.

- Tawoha, J., and Balitteri. (2013). Kandungan Senyawa Kimia pada *Caulerpa racemosa*. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*, 19 (3): 21-14.
- Tekelioglu, B. K., Celik, M., & Kucukgulmez, A. (2017). Canine Extremity Wound Treatment with Chitosan Extracted from Shrimp Shells: A Case Report. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 7, 274-281.
- Tekulapally VB, Gautam M, Kumar N (2017) Extraction of chitosan and its oligomers from shrimp shell waste, their
- Tekulapally VB, Gautam M, Kumar N (2017) Extraction of chitosan and its oligomers from shrimp shell waste, their
- Tekulapally VB, Gautam M, Kumar N (2017) Extraction of chitosan and its oligomers from shrimp shell waste, their
- Terasaki M, Kubota A, & Kojima. (2021) Fucoxanthin and colorectal cancer prevention. *Cancers* 13:2379. <https://doi.org/10.3390/cancers13102379>.
- TIME, I. 2014. Pengaruh Lama Ekstraksi dan Konsentrasi Pelarut Etanol Terhadap Sifat FisikaKimia Ekstrak Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M.) Dengan Metode Microwave Assisted Extraction (Mae). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2(1), 35-41.
- Trilaksani, W., Nurilmala, M., & Setiawati, I. H. (2014). Ekstraksi gelatin kulit ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dengan proses perlakuan asam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(3), 240-251. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v15i3.21436>.
- Tsutsui, I., Huynh, Q. N., Nguyen, H. D., Arai, S., & Yoshida, T. (2005). The common marine plants of southern Vietnam. Numerous colour photographs Usa: *Japan Seaweed Association*, 251, 1-250.
- Vakili, M.; Deng, S.; Cagnetta, G.; Wang, W.; Meng, P.; Liu, D.; Yu, G. Regeneration of Chitosan-Based Adsorbents Used in Heavy Metal Adsorption: A Review. *Sep. Purif. Technol.* 2019, 224, 373–387
- Varun TK, Senani S, Jayapal N, Chikkerur J, Roy S, Tekulapally VB, Gautam M, Kumar N (2017) Extraction of chitosan and its oligomers from shrimp shell waste, their characterization and antimicrobial effect, *Veterinary World*, 10(2): 170-175.

- Venkatesan, J.; Anil, S.; Kim, S.K.; & Shim, M.S.(2017). Marine Fish Proteins and Peptides for Cosmeceuticals: A Review. *Marine drugs*, 15(5):143. doi: 10.3390/md15050143.
- Vilchez, C.; Forjan, E.; Cuaresma, M.; Bedmar, F.; Garbayo, I.; Vega, J.M. Marine carotenoids: Biological functions and commercial applications. *Mar. Drugs* 2011, 9, 319–333. [CrossRef]
- Wahyono, P. (2001). Bioteknologi, Sebuah Ilmu Masa Depan yang Menjanjikan. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/bestari/article/view/3167>.
- Wells ML, Potin P,& Craigie JS (2017) Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of Applied Phycology*, 29:949–982. <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0974-5>
- Widiyastuti, S., & Megantara, S. (2021). Review artikel: sumber dan manfaat kolagen dalam industri kosmetik. *Farmaka*, 1(1), 60–67.
- Wijesekara I, Pangestuti R, Kim SK (2011): Biological activities and potential health benefits of sulphated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers* 84, 14–21.
- Wink, M. (2008). Ecological Roles of Alkaloids. Wink, M. (Eds) *Modern Alkaloids, Structure, Isolation Synthesis, and Biology*, Wiley, Jerman: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Wu, G. (2013). Functional amino acids in nutrition and health. *Amino Acids*, 45, 407–411. [CrossRef]
- Xu,J.,Liao,W.,Liu,Y.,Guo,Y.,Jhiang,S.,& Zhao,C.(2023). An overview on the nutritional and bioactive components of green seaweeds. *Food Production, Processing and Nutrition*,5 18,1-21.
- Yabuta Y, Fujimura H, Kwak CS, Enomoto T, & Watanabe F.(2010). Antioxidant activity of the phycoerythrobilin compound formed from a dried Korean purple laver (*Porphyra* sp.) during in vitro digestion. *Food Sci Technol Res*;16:347–52. <https://doi.org/10.3136/fstr.16.347>.
- Yainahu J, Mile L, Suherman SP. 2023. ANALISIS RENDEMEN DAN SKRINING FITOKIMIA EKSTRAK RUMPUT LAUT MERAH (*Eucheuma spinosum*) SEGAR DAN KERING. *Jambura Fish Processing Journa*. 5(3): 126-132
- Younes,M.,Aggett,P.J.,Aguilar,F.,& Crebelli,R.(2018). Re-evaluation of carrageenan (E 407) and processed *Eucheuma* seaweed (E 407a) as food additives.EFSA Journal 16(4)

- Yuan Z, Li J, Zhu D, Sun X, Gong T, and Zhang Z. 2011. Enhanced Accumulation of Low-MolecularWeight Chitosan in Kidneys: A Study on the Influence of N-acetylation of Chitosan on The Renal Targeting. *Journal of Drug Targeting* 19(7): 540-551.
- Yuniarti, L.I., Hutomo, G.S., dan Rahim, A., 2014, Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon* sp). *e-Journal Agrotekbis* 2 (1): 38-46.
- Yurleni, Y. 2018. Penggunaan Beberapa Metode Ekstraksi Pada Rimpang Curcuma Untuk Memperoleh Komponen Aktif Secara Kualitatif. *Biospecies*, 48-56.
- Zaitseva, O.O., Sergushkina, M.I., Khudyakov, A.N., Polezhaeva, T.V., & Solomina, O.N. (2022). Seaweed sulfated polysaccharides and their medicinal properties. *Algal Research*, 68, 102885. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102885>
- Zamora-Sillero, J.; Gharsallaoui, A.; Prentice, C. (2018). Peptides from Fish By-product Protein Hydrolysates and Its Functional Properties: An Overview. *Mar. Biotechnol.* (NY), 20, 118–130. [CrossRef]
- Zarei S, & Hosseinian H (2019) Anti-Obesity Activity of the Marine Carotenoid Fucoxanthin. *Marine drugs* 13(4): 2196–2214. doi: 10.3390/md13042196
- Zargar, V.; Asghari, M.; & Dashti, A. (2015). A Review on Chitin and Chitosan Polymers: Structure, Chemistry, Solubility, Derivatives, and Applications. <https://doi.org/10.1002/cben.201400025>
- Zhang, C.J.; Liu, Y.; Zhang, L.; Wang, H.F.; Zhu, P. Dissolution and regeneration behavior of chitosan in CO₂ aqueous solution. *Integr. Ferroelectr.* 2018, 189, 24–35.
- Zhang, J.; Zeng, L.; Sun, H.; Zhang, J.; Chen, S. Using Chitosan Combined Treatment with Citric Acid as Edible Coatings to Delay Postharvest Ripening Process and Maintain Tomato (*Solanum Lycopersicon* Mill) Quality. *J. Food Nutr. Res.* 2017, 5, 144–150
- Zhang, X. C., Zheng, L. H., Liu, S. W., Tang, X. R., & Wang, J. F. (2004). Introduction to a New economical seaweed, *Cladosiphon okamuranus*. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 05.
- Zou, P.; Lee, W.H.; Gao, Z.; Qin, D.; Wang, Y.; Liu, J.; Sun, T.; Gao, Y. Wound Dressing from Polyvinyl Alcohol/Chitosan Electrospun Fiber Membrane Loaded with OH-CATH30 Nanoparticles. *Carbohydr. Polym.* 2020, 232, 115786.

PROFIL PENULIS

Novi Luthfiyana, S.Pi., M.Si.



Penulis lahir di Pati pada tanggal 14 November 1989. Penulis menyelesaikan program Sarjana di Universitas Diponegoro dan Masternya di Institut pertanian Bogor. Sejak 2018 hingga saat ini penulis tercatat sebagai dosen di program studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan. Selain pengajaran, penulis aktif dalam kegiatan tridarma baik pengabdian dan penelitian. Penulis berhasil mendapatkan hibah nasional dari kemendikbud ristek baik skema penelitian dan pengabdian serta aktif melakukan publikasi di jurnal internasional dan nasional bereputasi. Penulis merupakan mitra bestari dari Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan (JPHPI) dan sebagai anggota dalam organisasi Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (MPHPI).

Sumartini, S.Pi., M.Sc.



Penulis lahir di Surabaya, 12 September 1991 adalah pengajar dan peneliti di Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai. Saat ini penulis juga diamanahkan sebagai Kepala Satuan Pengawas Internal (SPI) di Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai. Penulis menempuh S1 Teknologi Hasil Perikanan di Universitas Diponegoro dan S2 Ilmu dan Teknologi Pangan di Universitas Gadjah Mada dengan Beasiswa BPPDN-DIKTI *Fresh Graduate* Tahun 2014. Saat ini mengajar sebagai dosen Pengolahan Hasil Laut di Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai. Sebelumnya penulis pernah bekerja di PT. Satoria Agro Industri divisi *Creamer* dan *Liquid Glucose* dan PT. Mayora Indah, Tbk divisi Biskuit selama kurang lebih 2,5 tahun. Penulis mendapatkan sertifikat dosen profesional pada tahun 2023 dengan bidang Pengolahan Hasil Perikanan dan mengampu beberapa mata kuliah seperti Mikrobiologi Hasil Perikanan, Diversifikasi dan pengembangan produk perairan dan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Penulis juga aktif dalam beberapa komunitas ilmiah seperti Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan

Indonesia (PATPI) dan Masyarakat Pengolah Hasil Perikanan (MPHPI). Beberapa publikasi ilmiah yang telah diterbitkan oleh penulis meliputi *Effect of additional carrageenan concentration on the characteristics of wet noodles based on mangrove fruit flour variation* (Q3); *The effect of food additive on physicochemical characteristics of seaweed stick snack and consumer acceptance* (Q3) dan lain-lain.

Putri Wening Ratrinia, S.Pi., M.Si.



Penulis lahir di Kendal pada tanggal 28 Januari 1993. Dia adalah seorang pengajar dan peneliti di Program Studi Pengolahan Hasil Laut di Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai. Selain menjadi pengajar, dia juga menjabat sebagai Kepala Unit Prestasi dan Kepala *Unit Teaching Factory* dan Kewirausahaan di institusi tersebut. Putri Wening Ratrinia menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Hasil Perikanan di Universitas Diponegoro dan S2 Teknologi Hasil Perairan di Institut Pertanian Bogor. Saat ini, dia mengajar mata kuliah seperti Mikrobiologi Dasar, Mikrobiologi Hasil Perikanan, Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Teknik Pengemasan dan Pelabelan, serta Bioteknologi Hasil Perikanan. Selain itu, dia juga aktif sebagai anggota dalam organisasi Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (MPHPI).

PROFIL EDITOR

Dena Pramita Dewi, S.Si.



Penulis anak pertama dari 2 bersaudara lahir di Kediri, 13 April 1993. Pendidikan yang ditempuh dimulai dari SD Bangsongan 1 pada tahun 1999, dilanjutkan ke SMPN 2 Papar pada tahun 2005 dan SMAN 7 Kediri pada tahun 2008. Menamatkan S-1 Kimia pada tahun 2016 di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Sekarang bekerja sebagai Pranata Laboratorium Pendidikan Ahli Pertama di Laboratorium Nutrisi Pakan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan sejak tahun 2019 hingga sekarang.

BIOTEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

Buku ini membahas secara komprehensif penerapan ilmu bioteknologi dalam pengolahan dan pemanfaatan hasil perikanan, baik sebagai bahan pangan, obat, kosmetik, maupun produk ramah lingkungan. Dimulai dari konsep dasar, ruang lingkup, dan prinsip-prinsip bioteknologi.

Buku ini mengulas perkembangan bioteknologi di Indonesia serta tantangan yang dihadapi. Pembahasan dilanjutkan dengan metode ekstraksi senyawa aktif dan identifikasi metabolit sekunder yang berpotensi tinggi untuk dimanfaatkan dalam industri farmasi dan kosmetik. Di samping itu, dijelaskan pula bagaimana limbah hasil perikanan seperti kulit ikan, cangkang udang, dan rumput laut dapat diolah menjadi produk bernilai seperti gelatin, kitosan, dan kolagen.

Buku ini juga menyoroti potensi bioteknologi lingkungan dalam mengatasi pencemaran melalui produk-produk berbasis perikanan. Dengan pendekatan ilmiah dan aplikatif, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi penting bagi mahasiswa, peneliti, dan praktisi dalam mengembangkan potensi kelautan dan perikanan secara berkelanjutan dan inovatif.



SCANME

www.penerbitwidina.com
@penerbitwidina
penerbit widina
penerbitwidina@gmail.com
widina store
widina bookstore
Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
0815-7000-699

Peternakan - Rp. 77.000

ISBN 978-634-246-072-6



9

786342

460726