

BUKTI KORESPONDENSI

ARTIKEL JURNAL NASIONAL TERAKREDITASI SINTA 2

Judul Artikel : Protein dan Asam Amino pada Edible *Sargassum aquifolium*, *Ulva lactuca*, dan *Gracilariopsis longissima*

Jurnal : Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan , Intitut Pertanian Bogor

Penulis

No	Perihal	Tanggal
1	Bukti konfirmasi submit artikel dan artikel yang disubmit	14 Agustus 2021
2	Bukti konfirmasi review dan hasil review pertama	24 September 2021
3	Bukti konfirmasi submit revisi pertama dan respon kepada reviewer dan artikel yang diresubmit	6 Oktober 2021
4	Bukti konfirmasi review dan hasil review kedua	14 Oktober 2021
5	Bukti konfirmasi submit revisi kedua dan respon kepada reviewer dan artikel yang diresubmit	29 Oktober 2021
6	Bukti konfirmasi artikel diterima	27 Nopember 2021
7	Bukti konfirmasi publish online	1 Desember 2021

Browser: Login | Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia

URL: journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/login

Navigation: About, Focus and Scope, Editorial Team, Reviewer, Publication Ethics, Current, Archives

Announcements: Citedness in Scopus, Manuscript Submission Fee

Statement of Originality and Agreement from Author

Home / Login

Login


Username *

Password *

Forgot your password?

Keep me logged in

Register



JPHPI

System tray: 32°C Hujan ringan, 14:03 01/04/2022

Browser: Alberta Rika Pratiwi, Protein dan Asam Amino pada Edible Sargassum aquifolium, Ulva lactuca, dan Gracilariaopsis longissima

URL: journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/authorDashboard/submission/37085

Journal: Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia

Tasks: 7

Language: English | View Site | User: apratiwi

Protein dan Asam Amino pada Edible Sargassum aquifolium, Ulva lactuca, dan Gracilariaopsis longissima

Alberta Rika Pratiwi, Irma Fadlilah, Victoria Kristina Ananingsih, Mellia...

Submission | Review | Copyediting | Production

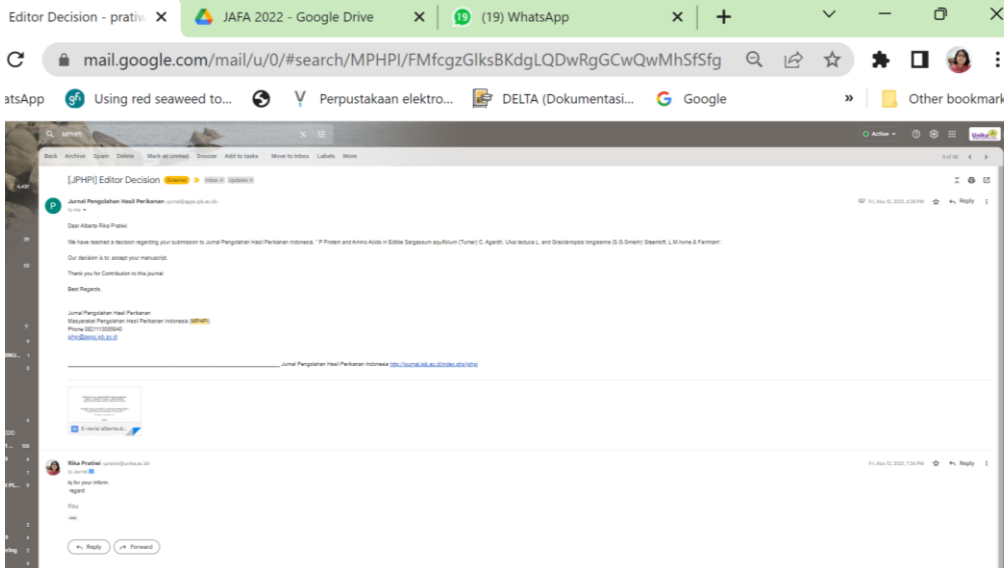
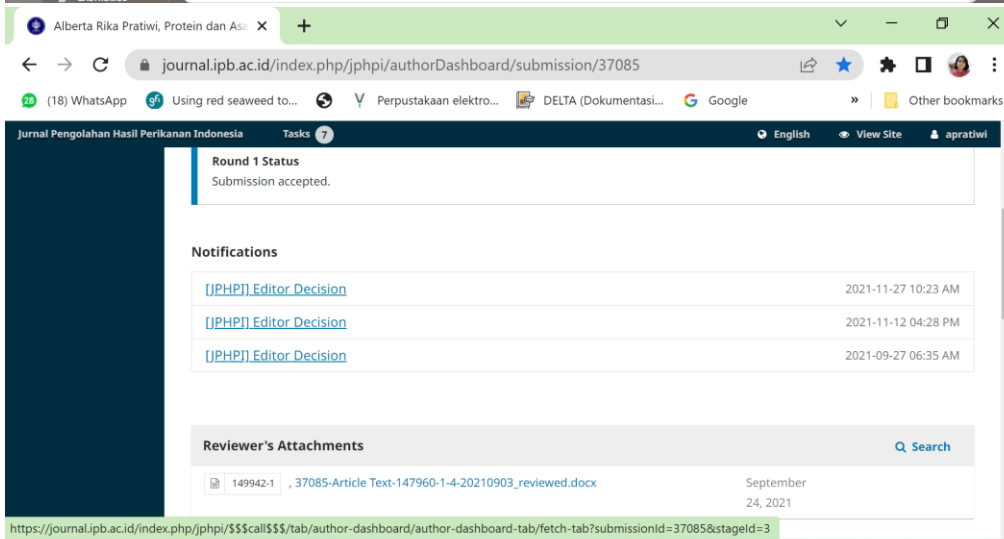
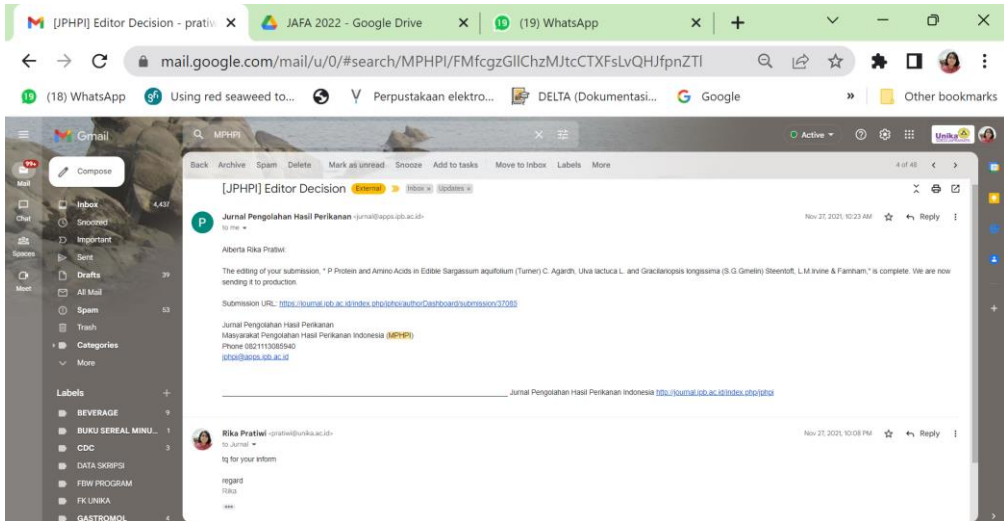
Submission Files

File ID	File Name	Date	Type
145642-1	aprawati, Alberta Rika Pratiwi Manuskrip kirim.docx	August 14, 2021	Article Text
147959-1	adminjphpi, 37085-Article Text-147956-1-18-20210903 (2).docx	September 3, 2021	Article Text

[Download All Files](#)

URL: https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/authorDashboard/authorDashboard/tab/fetch-tab?submissionId=37085&stageId=1

System tray: 32°C Hujan ringan, 14:02 01/04/2022



Browser tabs: [JPHPI] Editor Decision - pratiwi, JAFA 2022 - Google Drive, (19) WhatsApp

Address bar: mail.google.com/mail/u/0/#search/MPHPI/FMfcgzGklsBKdglQDwRgGCwQwMhSfSfg

Browser bookmarks: (18) WhatsApp, Using red seaweed to..., Perpustakaan elektro..., DELTA (Dokumentasi..., Google, Other bookmarks

Gmail interface showing an email from Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan (JPHPI) titled "[JPHPI] Editor Decision".

Dear Alberta Rika Pratiwi,

We have reached a decision regarding your submission to Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. "P Protein and Amino Acids in Estrie Sargassum aquifolium (Turner) C. Agardh, Uta Istiana L. and Oedilaksana Longman (S.G. Sireni) Saemut, L.M. Inyus & Famar".

Our decision is to accept your manuscript.

Thank you for Contribution to this journal.

Best Regards,

Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan
 Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (MPPHI)
 Phone 082111339540
info@jphpi.ac.id

Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (<http://jurnal.ahp.ac.id/index.php/0202>)

Alberta Rika Pratiwi (pratiwi@unika.ac.id)
 15 for your inform.
 regard

Rika
 see

Windows taskbar: 10:36 09/09/2022

Browser tabs: Alberta Rika Pratiwi, Protein dan Ase

Address bar: journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/authorDashboard/submission/37085

Browser bookmarks: (18) WhatsApp, Using red seaweed to..., Perpustakaan elektro..., DELTA (Dokumentasi..., Google, Other bookmarks

Journal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia | Tasks 7 | English | View Site | apratiwi

Reviewer's Attachments

Attachment ID	File Name	Date
149942-1	37085-Article Text-147960-1-4-20210903_reviewed.docx	September 24, 2021

Revisions

Revision ID	File Name	Date	Type
151138-1	File Utama Naskah, A-37085-Article Text-147960-1-4-20210903_reviewed.docx	October 6, 2021	Article Text
151801-1	File Utama Naskah, 37085-Article Text-151138-1-15-20211006 (1).docx	October 14, 2021	Article Text
153114-1	File Utama Naskah, 37085-Article Text-151802-1-18-20211014 reviewed 29 okt 2021.docx	October 29, 2021	Article Text

Windows taskbar: 32°C Hujan ringan | 14:00 01/04/2022

Alberta Rika Pratiwi, Protein dan Asam Amino pada Edible Sargassum aquifolium, Ulva lactuca, dan Gracilariopsis longissima

journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/authorDashboard/submission/37085

(18) WhatsApp Using red seaweed to... Perpustakaan elektro... DELTA (Dokumentasi... Google Other bookmarks

Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia Tasks 7 English View Site apratiwi

153114-1 File Utama Naskah, 37085-Article Text-151802-1-18-20211014 reviewed 29 okt 2021.docx October 29, 2021 Article Text

Review Discussions [Add discussion](#)

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
Perbaiki	sembadra 2021-10-14 02:14 PM	-	0	<input type="checkbox"/>
Revisi Cek	sembadra 2021-10-29 03:44 PM	-	0	<input type="checkbox"/>

32°C Hujan ringan 14:01 01/04/2022

Alberta Rika Pratiwi, Protein dan Asam Amino pada Edible Sargassum aquifolium, Ulva lactuca, dan Gracilariopsis longissima

journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/authorDashboard/submission/37085

(18) WhatsApp Using red seaweed to... Perpustakaan elektro... DELTA (Dokumentasi... Google Other bookmarks

Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia Tasks 7 English View Site apratiwi

Submissions

Protein dan Asam Amino pada Edible Sargassum aquifolium, Ulva lactuca, dan Gracilariopsis longissima
Alberta Rika Pratiwi, Irma Fadlilah, Victoria Kristina Ananingsih, Mellia...

[Submission](#) [Review](#) [Copyediting](#) [Production](#)

Production Discussions [Add discussion](#)

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
Proofread Naskah	adminjphpi 2021-12-01 04:32 PM	-	0	<input type="checkbox"/>

Galleys

https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/\$\$\$\$call\$\$\$/\$\$/tab/author-dashboard/author-dashboard-tab/fetch-tab?submissionId=37085&stageId=5

32°C Hujan ringan 14:01 01/04/2022

Alberta Rika Pratiwi, Protein dan Ase X

journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/authorDashboard/submission/37085

(18) WhatsApp Using red seaweed to... Perpustakaan elektro... DELTA (Dokumentasi... Google Other bookmarks

[JPHPI] Editor Decision

2021-11-27 10:23 AM

Alberta Rika Pratiwi:

The editing of your submission, " P Protein and Amino Acids in Edible Sargassum aquifolium (Turner) C. Agardh, Ulva lactuca L. and Gracilariopsis longissima (S.G.Gmelin) Steentoft, L.M.Irvine & Farnham," is complete. We are now sending it to production.

Submission URL: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/authorDashboard/submission/37085>

Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan
Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (MPHPI)
Phone 0821113085940
jphpi@apps.ipb.ac.id

2021-11-27 10:23 AM
2021-11-12 04:28 PM
2021-09-27 06:35 AM

32°C Hujan ringan

13:55 01/04/2022

Protein dan Asam Amino pada *Edible Sargassum aquifolium* (Turner) C.Agardh, *Ulva lactuca* L. dan *Gracilariopsis longissima* (S.G.Gmelin) Steentoft, L.M.Irvine & Farnham

Alberta Rika Pratiwi*, Irma Fadlilah, Victoria Kristina Ananingsih, Meiliana
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang,
Jalanl. Pawiyanan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Korespondensi: pratiwi@unika.ac.id

Abstrak

Makroalga telah digunakan industri pangan sejak lama karena komponen yang dikandungnya seperti alginat, karagenan, dan agar. Selain itu seaweed mengandung nutrisi dan komponen bioaktif lainnya sebagai pangan fungsional. Kandungan protein dan keragaman jenis asam amino dapat menjadi informasi penting untuk memaksimalkan potensi yang dimiliki seaweed. Penelitian ini bertujuan mengetahui kandungan protein dan profil asam amino pada *S.aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima*. Ekstraksi protein menggunakan pelarut 0,4 M NaOH dan ultrasonikasi 5 menit dengan amplitudo 70%. Analisis kandungan protein menggunakan metode Bradford. Komposisi asam amino dianalisis menggunakan *Ultra performance liquid chromatography*. Protein tertinggi diantara ketiga makroalga tersebut adalah *S. aquifolium* yakni mengandung protein 4,17% dan teridentifikasi 16 jenis asam amino dengan 10 jenis asam amino esensial (AAE) dan 6 asam amino non esensial (AANE). *U. lactuca* teridentifikasi 9 AAE dan 6 AANE. Untuk *G. longissima* teridentifikasi 8 jenis AAE dan 6 jenis AANE. Asam glutamat merupakan asam amino tertinggi pada *S. aquifolium* sebesar $400,27 \pm 62,27$ mg/Kg, sedangkan pada *U. lactuca* dan *G. longissima* asam aspartat merupakan AANE yang tertinggi kandungannya yakni $274,60 \pm 50,14$ mg/Kg dan $435,57 \pm 25,81$ mg/Kg. *Edible* makroalga tersebut mengandung protein dan asam amino yang penting dan beberapa memiliki konsentrasi lebih tinggi dibandingkan sumber protein makroalga sejenis dari perairan lain. Asam amino yang dimiliki ketiga makroalga ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi produk pangan berbasis tanaman dengan karakter flavor dan taste umami. Dengan demikian dapat membuka peluang untuk konsumsi sebagai sayuran, bumbu atau produk olahan untuk industri pangan.

Kata kunci: protein, asam amino, *edible macroalga*

Abstract

Seaweed or macroalgae have been used by the food industry for a long time because of the components they contain such as alginate, carrageenan, and agar. In addition, seaweed contains nutrients and other bioactive components which makes seaweed a functional food. Information about its protein content and amino acid diversity is important to maximize seaweed's potential. This study aimed to determine the protein content and amino acid profile of *S. aquifolium*, *U. lactuca*, and *G. longissima*. Protein was extracted using 0.4 M NaOH solvent and ultrasonication for 5 minutes with an amplitude of 70% and analyzed with the Bradford method. The amino acid composition was analyzed using Ultra Performance Liquid Chromatography. *S. aquifolium* had the highest protein content (4.17%) and 16 types of amino acids, which consist of 10 types of essential amino acids (AAEs) and 6 non-essential amino acids (AANEs). *U. lactuca* had 9 AAEs and 6 AANEs, while *G. longissima* had 8 types of AAEs and 6 types of AANEs. Glutamic acid was the highest amino acid in *S. aquifolium* (400.27 ± 62.27 mg/Kg), while aspartic acid was the highest in *U. lactuca* (274.60 ± 50.14 mg/Kg) and *G. longissima* (435.57 ± 25.81 mg/Kg). *Edible* macroalgae contain protein and many types of amino acids, and some have higher concentrations than similar macroalgae protein sources from other water areas. The amino acids possessed by these three macroalgae have the potential to be further developed into plant-based food products with umami flavor and taste characteristics, such as vegetables, spices, or any processed food products.

Keywords: amino acids, edible macroalgae, protein

Commented [AAA1]: Perlu dicermati apakah perlu keduanya?

Commented [RP2R1]: Terimakasih atas reviewnya . Tentang judul dengan menambahkan Kata PROTEIN, tetap dicantumkan karena ada pembahasan tersendiri yang menunjukkan kandungan protein pada seaweed sejenis bekum tentu sama, yang dikarenakan asal usul seaweed tersebut. Terimakasih.

Formatted: Bottom: 2,25 cm

Commented [WU3]: jalan

Commented [RP4R3]: terimakasih. Perbaikan sudah dilakukan

Formatted: Highlight

Formatted: Strikethrough

Commented [P5]: Sudah sesuai font 10

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Highlight

Commented [P6]: Sudah sesuai : font 10

PENDAHULUAN

Makroalga telah digunakan pada industri pangan karena komponen di dalamnya yakni algin, karagenan, dan agar. Selain sebagai bahan makanan, makroalga juga digunakan sebagai bahan kosmetik dan farmasi (Hardouin *et al.*; 2014). Makroalga diketahui mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, polyphenol dan mineral. Komposisi nutrisi dan komponen biokimia makroalga bervariasi berdasarkan spesiesnya. Selain itu juga oleh tahap perkembangan, faktor lingkungan, faktor geografi, habitat dan musim panen (Chan & Matanjun, 2016; Pangestuti & Kim, 2015; Vieira *et al.*; 2018). Secara khusus protein makroalga memiliki kandungan tinggi antara 2,53-5,48% (Gazali *et al.*; 2018; Nufus *et al.*; 2017). Protein tersebut mengandung asam amino, potensi asam amino pada makroalga ini dapat berkontribusi pada industri pangan dan kesehatan. Beberapa penelitian makroalga dengan berbagai kondisi geografi menghasilkan keragaman jenis asam amino yang dimiliki yang dapat dikelompokkan ke dalam asam amino esensial dan non esensial (Kazir *et al.*; 2018; Chan & Matanjun, 2016). Hasil penelitian Kazir *et al.* (2018) *Ulva* sp mengandung alanin, arginine, asam aspartat, asam glutamat, glisin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, methionin fenilalanin, prolin, serin, treonin, tirosin, valin. Makroalga juga mengandung peptida atau protein pendek dengan 2-20 asam amino dan menjadi aktif saat dilepaskan melalui proses hidrolisis dengan enzim dan fermentasi. Peptida bioaktif ini dapat berfungsi sebagai modulator berbagai proses di dalam tubuh, antihipertensi, antibakteri, antioksidan (Harnedy & Richard, 2011; Seca & Pinto, 2018). Berdasarkan hasil penelitian tentang peran asam amino dan protein dalam makroalga sangat penting sebagai penelitian pendahuluan untuk mengeksplorasi potensi yang dimiliki makroalga dalam bidang pangan dan kesehatan misalnya sebagai sumber komponen penting seperti asam amino esensial dan untuk industri pangan.

Commented [WU7]: Perbaiki lagi et al.

Formatted: Font: Italic

Commented [AAA8]: Kalimat ini kurang tepat diletakkan disini...
Bagaimana dengan hidrolisat protein?

Commented [RP9R8]: Terimakasih reviewnya. Kami menyetujui bahwa kalimat tersebut tidak tepat sebagai latarbelakag/ pendahuluan. Untuk itu dihapus. Terimakasih

Sargassum sp, *Ulva* sp, *Gracilariopsis* sp merupakan jenis makroalga yang dapat dikonsumsi manusia atau *edible macroalgae* (Debbarna *et al.*; 2016). Penelitian mengenai kandungan protein dan profil asam amino *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* dari Pantai Sayang Heulang Garut, Jawa Barat diharapkan dapat digunakan sebagai informasi penting dalam pemanfaatan makroalga sebagai bahan pangan fungsional dan bidang industri pangan lainnya. Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah menentukan -mengetahui konsentrasi kandungan protein dan jenis asam aminonya dari tiga ma-kroalga yang dikonsumsi yakni *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissimi*, serta mengidentifikasi kemungkinan potensi pengembangannya berdasarkan jenis asam amino yang teridentifikasi. Tujuan ????

Commented [WU10]: Perbaiki lagi sesuai format jphpi

Commented [RP11]: ljin, mengganti kata "konsentrasi" dengan "kandungan", untuk mengkonsistenkan dengan abstrak dan tujuan. tks

Commented [RP12]:

Commented [RP13]: Sudah dihapus sesuai tanggapan yang disampaikan . terimakasih

Commented [AAA14]: Perlu diperbaiki kalimat tujuan penelitian. Seharusnya tujuan

Commented [WU15]: Identifikasi seperti apa.. output nya apa? Perjelas tujuannya , tjuan di abstrak dengan di pendahuluan harus sama

Terimakasih reviewnya :
Tanggapan dari saya : kata "mengetahui" mohon tidak diganti dengan kata "mengentukan" – alasannya : kata "menentukan" bermakna memberikan label terhadap sesuatu, sementara sebuah penelitian adalah sesuatu yang akan diketahui dengan metode yang dilakukan. Terimakasih.

Tujuan ke tiga: mengidentifikasi kemungkinan potensi pengembangn berdasar asam amino yang teridentifikasi. Setuju dihilangkan karena tidak ada di abstrak. Dengan dmeikian juga tidak akan dimasukkan sebagai kesimpulan. Terimakasih.

Commented [RP16]: Kalimat ini merupakan tujuan. Terimakasih

Commented [P17]: Telah diperbaikii untuk dituliskan tujuannya.

Commented [AAA18]: Mana perbaikannya?

Commented [WU19]: LIPI sudah tidak ada. Diganti dengan BRIN

Commented [RP20R19]: Terimakasih. Sudah dilakukan perbaikan

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama adalah makroalga *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* dari Pantai Sayang Heulang Garut, Jawa Barat. Sampel makroalga tersebut diidentifikasi ke dalam jenisnya oleh Pusat Penelitian Oseanografi-Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bahan kimia yang digunakan HCl PA (Merck), etanol 96% PA (Merck), methanol (Merck), asam fosfat 85% (Merck), NaOH (Merck), *Coomassie Brilliant Blue* (Merck), *Bovine Serum Albumin* (Merck), Standar Asam Amino (Sigma Aldrich).

Alat yang digunakan dalam analisis meliputi *Refrigerated centrifuge* (Sigma), Ultrasonic processor (Hielscher), Spektrofotometer (Shimadzu) dan Acquity UPLC (*Ultra Performance Liquid Chromatography*) H Class with PDA Detector (Waters, 2012).

Metode Penelitian

Ekstraksi dan Analisis Protein menurut siapa??

Commented [P21]: Sudah ditambahkan

Commented [WU22]: Acuan langsung disini...

Metode ekstraksi protein mengacu pada Kadam (2016) yang dimodifikasi. Sampel kering makroalga sebanyak 70 mg dilarutkan dalam 1,4 mL akuabides dan diinkubasi pada suhu 4°C selama 16 jam. Setelah inkubasi, disentrifugasi 9000 rpm, 20 menit, 4°C. Endapan yang diperoleh dilarutkan ke dalam 0,4M NaOH dan disentrifugasi kembali 9000 rpm, 20 menit, 4°C. Filtrat yang diperoleh dilanjutkan dengan ultrasonikasi (Ultrasound Processor) 5 menit dengan amplitude/amplitudo 70% dan cycle 0,5. Setelah ultrasonikasi dianalisis kadar proteinnya menggunakan metode Bradford (1976) dengan standard *Bovine Serum Albumin* (BSA)

Prosedur pengujian protein

Pengukuran kadar protein menggunakan prosedur Bradford (1976), diawali dengan pembuatan standar BSA. Larutan standar yang digunakan adalah Bovine Serum Albumin. Sebanyak 1 mg BSA diencerkan menggunakan ddH₂O menjadi deret konsentrasi 40, 80, 120, 160 dan 200 ppm, kemudian ditambah dengan larutan Bradford dan diamati absorbansinya menggunakan panjang gelombang 595. Selanjutnya dibuat kurva standar BSA untuk dasar penghitungan konsentrasi protein. Pengukuran kadar protein sampel dilakukan terhadap hasil ekstraksi ketiga sampel makroalga. Sebanyak 2 µL sampel ditambah reagen Bradford dan ddH₂O, diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 595. Selanjutnya Kadar protein ditentukan menggunakan rumus linier yang diperoleh dari kurva standar BSA. Rumus tersebut adalah :

$$Y = 0,0046x + 0,0171$$

Y adalah nilai absorbansi yang diperoleh

X adalah kadar protein yang dicari.

-(masukkan kesini rumusnya)

Apakah hanya asam amino??? bisa dijelaskan pengujian kadar protein

Analisis Asam Amino menurut siapa???

Commented [WU23]: mL

Commented [RP24R23]: telah diperbaiki

Commented [WU25]: °C

Commented [RP26R25]: Terimakasih . telah diperbaiki

Formatted: Highlight

Commented [WU27]: Bahasa KBBI

Commented [RP28R27]: Terimakasih. Telah diperbaiki

Commented [RP29]: Mohon ijin menambahkan agar lebih jelas tentang pengujian apa. tks

Commented [P30]: Sudah ditambahkan

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Bold

Commented [WU31]: Jelaskan dlu baru disingkat.

Commented [RP32R31]: Terimakasih. Kepanjangan BSA sdh ada di paragraf sebelumnya.

Commented [WU33]: L besar

Commented [RP34R33]: Tks, sdh diperbaiki

Formatted: Indent: First line: 1,27 cm

Commented [RP35]: Terimakasih reviewnya : Rumus linier sudah ditambahkan. Terimakasih

Commented [WU36]: Tnr 12 perbaiki

Commented [P37]: Sudah ditambahkan

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Commented [P38]: Sudah ditambahkan

Commented [WU39]: Lihat komentar sebelumnya

Analisis asam amino meliputi jenis dan konsentrasinya dilakukan menggunakan acuan Waters (2012). Filtrat ekstraksi protein yang diperoleh dilanjutkan analisis asam amino menggunakan UPLC (*Ultra Performance Liquid Chromatography*) dengan kolom C18, fase Fase gerak : Eluen Accq. Tag Ultra; Akuabides, Sistem pompa : Gradien, Suhu kolom : 49 °C Detektor : PDA (Rohman dan Ibnu, 2007; Waters, 2012). Penghitungan kadar asam amino dalam sampel dengan menggunakan perbandingan (rasio) area analit dengan internal standar, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rasio standar atau sampel (RS)} = \frac{A_{\text{spl}}}{A_{\text{IS}}}$$

$$\text{Kadar Asam Amino (mg/ Kg; mg/ L)} = \frac{\text{Rasio Sampel}}{\text{Rasio Standar}} \times \frac{\text{Cstd}}{1000000} \times \text{BM} \times \text{Va} \times \text{Fp}$$

Wspl atau Vspl

Keterangan:

A spl = Luas area analit asam amino

A IS = Luas area internal standard

C Std = Konsentrasi larutan standar asam amino (pmol/μL)

BM = Bobot molekul asam amino

Va = Volume akhir sampel (μL)

Fp = Faktor pengenceran

W spl = Bobot penimbangan sampel (g)

V spl = Volume pipetasi sampel (mL)

Analisis Data???????

Commented [P40]: Sudah ditambahkan

Analisis Data

Pengujian kandungan ~~konsentrasi~~ protein dan asam amino dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Hasil yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk melihat secara

Commented [WU41]: Konsentrasi???

kuantitatif protein dan asam amino yang teridentifikasi pada tiga edible makroalga dalam

Commented [RP42R41]: Terimakasih. Akan digandu dengan "kandungan" agar konsisten dengan tujuan.

penelitian ini. Data kuantitatif disajikan dalam bentuk rata-rata dengan standar deviasi. |

Commented [RP43]: Tambahan kalimat untuk memperjelas tentang analisis data.

Commented [AAA44]: Standar deviasi?

Commented [RP45R44]: Terimakasih reviewnya. Analisis data sudah ditambahkan terkait standar deviasi. Terimakasih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Protein

Protein makroalga dapat menjadi alternatif sumber protein nabati yang mengandung asam amino esensial dan non esensial. Hasil analisis kadar protein pada *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1-Protein concentration in edible macroalgae *S. aquifolium*, *U. lactuca*, and *G. longissima*

Jenis Makroalga	Species	Protein (%)
<i>S. aquifolium</i>		4.17 ± 0.16
<i>U. lactuca</i>		3.07 ± 0.05
<i>G. longissima</i>		3.55 ± 0.18

Species	Protein (%)
<i>S. aquifolium</i>	4.17 ± 0.16
<i>U. lactuca</i>	3.07 ± 0.05
<i>G. longissima</i>	3.55 ± 0.18

Hasil analisis protein berdasarkan Tabel 1 menunjukkan kandungan protein yang berbeda meskipun tidak sangat signifikan. Kandungan protein ketiga makroalga berkisar 3,07-4,17%. Protein makroalga memang lebih kecil dibandingkan dengan mikroalga. Hal ini dibuktikan dari beberapa penelitian protein makroalga untuk jenis berbeda dan wilayah perairan yang berbeda sekalipun juga menunjukkan kisaran yang sama. Untuk *S. polycystum* asal perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu sebesar 3,64% (Diachanty *et al.*:2017) dan *U. lactuca* sebesar 5,14% (Nufus *et al.*:2017), dari Pantai Lemito, Gorontalo sebesar 3,65% (Manteu *et al.* 2018). Purwaningsih & Deskawati (2020) juga melaporkan bahwa protein *Gracilaria sp* dari tambak di Banten sebesar 9,36%. Adanya perbedaan kecil memang dapat terjadi meskipun tidak signifikan, hal ini disebabkan oleh karena jenis spesies dan habitatnya yang berbeda. Oleh karena makroalga seluruh thallusnya melakukan fotosintesis dan substrat

Commented [WU46]: Table

Commented [RP47R46]: Telah diperbaiki

Commented [P52]: Sudah diperbaiki sesuai template jphpi terbaru

Formatted: Centered

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Left

Commented [RP48]: Ijin mengganti judul kolom dengan : jenis makroalga untuk mengganti kata species. tks

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Commented [WU49]: Perbaiki tabel.lihat tempelate jphpi terbaru

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Commented [RP51R50]: Sudah disesuaikan.

Formatted Table

Commented [WU50]: Perbaiki tabel.lihat tempelate jphpi terbaru

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Font: Italic, Highlight

Glisin	173.33 ± 16.58	153.25 ± 14.7	279.03 ± 8.5
Alanine	218.52 ± 24.86	247.20 ± 38.47	285.77 ± 7.75
Glutamic Acid	400.27 ± 62.27	240.33 ± 44.87	430.83 ± 19.44
Serin	143.49 ± 11.65	152.78 ± 14.14	430.83 ± 19.44
Total of amino acid	1218.25 ± 98.29	883 ± 120.42	1726 ± 42.55

* Essential amino acid; ND = Not detected

Table 3. Concentration of essential amino acids (mg/L) in *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* compared to WHO/FAO daily intake recommendation data (2007)

Essential amino acid	<i>S. aquifolium</i> (mg/L)	<i>U. lactuca</i> (mg/L)	<i>G. longissima</i> (mg/L)	WHO/FAO (2007) (mg/Kg)
Treonin	116.65 ± 11.39	99.22 ± 11.27	185.14 ± 6.56	15.00
Leusin	220.15 ± 23.15	163.05 ± 39.18	289.74 ± 18.37	39.00
Lysine	127.10 ± 19.15	73.70 ± 16.77	154.12 ± 12.20	30.00
Valin	148.27 ± 17.06	128.39 ± 17.62	232.67 ± 11.64	26.00
Isoleusin	117.85 ± 13.69	86.83 ± 13.62	193.35 ± 7.72	20.00
Fenilalanin	175.81 ± 3.43	161.68 ± 20.20	304.69 ± 7.69	25.00
Methionine	55.86 ± 5.19	8.45 ± 14.63	ND	10.00
Cysteine	ND	ND	ND	4.00
Histidine	50.21 ± 1.57	ND	ND	10.00
Tryptophan	ND	ND	ND	4.00

ND = Not Detected

Semua makroalga yang digunakan pada penelitian ini mengandung asam amino esensial (AAE). Total AAE yang dimiliki *S. aquifolium* adalah 1218,25 ± 98,29 mg/L atau 1,22 ± 0,09g/ L, *U. lactuca* adalah 883 ± 120,42 mg/L atau 0,88 ± 0,12 g/ L, dan *G. longissima* adalah 1726 ± 42,55 mg/L atau 1,73 ± 0,04g/L. Table 3 menunjukkan bahwa kandungan asam amino treonin, leusin, lysin, valin, isoleusin, fenilalanin yang dimiliki *S. aquifolium*, *U. lactuca*, dan *G. longissima* lebih tinggi dibandingkan dengan rekomendasi asupan harian berdasarkan Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) dan The World Health Organization (WHO), yaitu lysin 0,03g/ Kg; leusin 0,04g/ Kg; isoleusin 0,02g/ Kg;

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Commented [WU58]: TNR 11

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 10 pt

Commented [RP60R59]: Telah diperbaiki.

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Commented [WU59]: TNR 11

Formatted: Font: 11 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 11 pt

Formatted: Font: 11 pt

Commented [WU61]: Tnr 10

Commented [RP62R61]: Telah diperbaiki

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 10 pt

Formatted: Font: 10 pt

valin 0,036g/ Kg; treonin 0,15g/ Kg; histidin 0,01g/ Kg; fenilalanin 0,03g/ Kg dan metionin 0,01g/ Kg (Mišurcová *et al.*; 2013).

Commented [RP63]: Telah diperbaiki

Leusin merupakan AAE paling tinggi yang terdapat pada *Sargassum aquifolium* memiliki 9 jenis AAE dengan konsentrasi leusin paling tinggi yakni sebesar (220,15 ± 23,15 mg/L) dan *U. lactuca* (163,05 ± 39,18 mg/L), dan AAE tertinggi kedua pada *ketiga jenis edible makroalga G. longissima* memiliki konsentrasi leusin (289,74 ± 18,37 mg/L) lebih tinggi daripada *S. aquifolium* dan *U. lactuca* kedelai, semangka dan timun yakni antara (42 - 47,17 mg/Kg) (Corleto *et al.*; 2019; Song *et al.*; 2013). Farid *et al.* (2013) & Rasyid *et al.* (2019) Leusin berperan dalam mekanisme keseimbangan energi dalam tubuh. Diet yang disuplementasi dengan leusin sebagai suplemen dapat menurunkan asupan makanan yang diduga disebabkan oleh melalui efek *satiety*, serta dan menurunkan adipositas melalui penurunan ekspresi *fatty acid synthase* (FAS) pada jaringan adiposa dan peningkatan oksidasi asam lemak pada sel otot C2C12 yang berperan dalam pembentukan massa otot tubuh (McAllan *et al.*; 2013). Peran penting leusin pada pembentukan massa otot menunjukkan bahwa leusin Leusin penting dikonsumsi oleh bermanfaat bagi anak-anak yang sedang mengalami pertumbuhan dan perbaikan kondisi *wasting* dan perkembangan (Jacoeb *et al.*; 2012; Wamiti *et al.*; 2018). Peran leusin pada pembentukan massa otot juga dibuktikan dengan peningkatan kekuatan dan massa otot pada, maupun bagi orang dewasa dan remaja dengan Cerebral Palsy untuk peningkatan kekuatan dan massa otot (Theis *et al.*; 2021) dan perbaikan *wasting* pada anak-anak yang diberi suplementasi leusin (Wamiti *et al.*; 2018). Leusin juga berfungsi mengurangi ekspresi penanda neuroinflamasi setelah cedera otak traumatis (Hegdekar *et al.*; 2021). Leusin merupakan AAE dengan konsentrasi tertinggi pada *U. lactuca*, yaitu sebesar 163,05 ± 39,18 mg/L. Namun, dari ketiga jenis *edible makroalga G. longissima* memiliki konsentrasi leusin (289,74 ± 18,37 mg/L) lebih tinggi daripada *S. aquifolium* dan *U. lactuca*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Farid *et al.* (2013) & Rasyid *et al.* (2019) bahwa *Gracilaria* pada

Formatted: Left

Commented [WU64]: perbaiki

Formatted: Highlight

Formatted: Font: Not Italic

umumnya memiliki leusin yang tinggi, seperti pada *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (9,37 g/kg) dan *G. verrucosa* dari Jepara (704 ppm). Sementara itu kandungan asam amino leusin dari ketiga makroalga dari penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan dari sumber leusin yang diperoleh dari tanaman misalnya kedelai, semangka dan timun yakni antara (42-47,17 mg/Kg) (Corleto *et al.*, 2019; Song *et al.*, 2013).

Commented [WU65]: et al diperbaiki

Selain asam amino leusin, fenilalanin ($304,69 \pm 7,69$ mg/L) merupakan AAE yang paling banyak ditemukan pada *G. longissima*. Hasil serupa juga ditemukan pada *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (7,52 g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat (17,94 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Kandungan ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan fenilalanin pada *S. aquifolium* ($117,85 \pm 13,69$ mg/L) dan *U. lactuca* ($161,68 \pm 20,20$ mg/L). Fenilalanin berfungsi sebagai prekursor asam amino tirosin. Fenilalanin dan tirosin berperan dalam biosintesis dopamine, prekursor dari noradrenaline dan adrenaline berperan pada biosintesis dopamine, noradrenaline, dan adrenaline adalah catecholamine (hormon atau neurotransmitter) yang diproduksi oleh otak sebagai respon terhadap stress fisik dan fisiologis. Oleh karena itu, fenilalanin digunakan untuk mengatasi depresi, rheumatoid arthritis, osteoarthritis, multiple sclerosis, Parkinson's disease, dan attention deficit-hyperactivity disorder (Akram *et al.*, 2020). Selain itu, fenilalanin juga berperan dalam peningkatan produksi hormon tiroksin (Afifudin *et al.*, 2014) yang untuk peningkatan berfungsi pada metabolisme basal dan pengaturan suhu tubuh (Afifudin *et al.*, 2014; Byrd-Bredbenner *et al.*, 2019). Peningkatan jumlah hormon tiroid menyebabkan peningkatan metabolisme basal. Sebaliknya, kondisi hipotiroid dengan produksi hormon tiroid yang rendah menurunkan metabolisme basal tubuh. Selain itu, ketika asupan energi tubuh berkurang, produksi dan sekresi akan berkurang untuk memperlambat metabolisme basal dan menjaga berat badan (Byrd-Bredbenner *et al.*, 2019). Genus Gracilaria pada umumnya memiliki fenilalanin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (7,52 g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat (17,94 mg/g) (Lumbessy *et*

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

al., 2019; Rasyid et al., 2019). Demikian juga asam amino fenilalanin pada *edible* makroalga ini memiliki kandungan yang lebih tinggi dibandingkan pada kedelai (35 mg/L), jus semangka (77,17 mg/L), jus timun (55,00 mg/L), jus seledri (45,98 mg/L) (Corleto et al., 2019; Song et al., 2013).

Konsentrasi asam amino esensial-AAE arginin yang dimiliki pada *G. longissima* sebesar (235,47 ± 11,12 mg/L) juga lebih banyak dibandingkan dengan dua makroalga lainnya. AAE arginin adalah asam amino yang penting karena berfungsi dalam meningkatkan produksi hormon pertumbuhan, meningkatkan kesuburan pria (Purwaningsih et al., 2013), membantu penyembuhan luka, berperan dalam respon metabolik, dan imunitas (Morris et al., 2017; Utari et al., 2011) melalui pembentukan nitrat oksida (NO) dari arginin yang membantu sintesis kolagen pada luka. NO juga berperan dalam metabolisme glukosa, asam lemak, dan asam amino. Nitrat oksida meningkatkan penggunaan glukosa dan oksidasi asam lemak pada otot, jantung, hati, dan jaringan lemak, menurunkan sintesis glukosa dan glikogen, serta menstimulasi pelepasan insulin. Genus *Gracilaria* pada umumnya memiliki kandungan arginin tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (6,95g/kg) dan *G. verrucosa* dari Jepara (0,65g/L) (Farid et al., 2013; Rasyid et al., 2019). Kandungan arginin ketiga makroalga penelitian ini lebih unggul dibandingkan pada jus timun (108,10 mg/L) dan jus seledri (30,34 mg/L) (Corleto et al., 2019).

G. longissima, *S. aquifolium*, dan *U. lactuca* mengandung *Branched-chain amino acids* (BCAAs), yaitu leusin, isoleusin, dan valin. Kadar BCAAs pada *G. longissima* lebih tinggi dibandingkan dua rumput laut lainnya, dengan kadar valin sebesar 232,67 ± 11,64 mg/L dan kadar isoleusin 193,35 ± 7,72 mg/L. BCAAs memiliki efek penghematan protein atau *protein-sparing effect* pada masa pemulihan (*recovery*) setelah olahraga sehingga kerusakan otot dapat dikontrol dan diminimalkan (Kim et al., 2013), serta dapat memperbaiki fungsi hati pada pasien dengan gangguan liver (Shu et al., 2014). Genus *Gracilaria* pada umumnya memiliki isoleusin dan valin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan

Commented [WU66]: et al perbaiki

sekitar (5,83-6,38 g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat sekitar (19,85-22,00 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Pada penelitian Corleto *et al.* (2019) diketahui bahwa konsentrasi isoleusin pada beberapa buah jus semangka, jus timun, jus seledri berkisar (43,11-62,83 mg/L) lebih rendah dibandingkan leusin makroalga penelitian. Demikian pula valin ketiga jus semangka, jus timun, jus seledri berkisar (31,73-54,48 mg/L) lebih rendah dibandingkan ketiga makroalga dalam penelitian ini.

Tidak banyak ditemukan AAE yang mengandung sulfur pada ketiga jenis rumput laut seaweed ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cysteine tidak terdeteksi pada ketiga jenis seaweed ini, sedangkan *S. longissima* dan *U. lactuca* memiliki methionine dengan konsentrasi yang kecil. Methionine dapat ditemukan dalam jumlah yang lebih banyak pada sumber pangan hewani. Methionine berperan besar dalam fungsi normal sel dan juga merupakan prekursor cysteine yang digunakan untuk membentuk beberapa molekul penting seperti glutathione (antioksidan yang diproduksi alami di dalam tubuh) yang mencegah pembentukan plak pada pembuluh darah (Sena *et al.*, 2013) dan taurine yang membantu keseimbangan elektrolit di dalam tubuh (Ripps & Shen, 2012). Menariknya, Beberapa penelitian menunjukkan bahwa diet yang rendah kadar metionin dapat menghambat pertumbuhan sel kanker (Cavuto & Fenech, 2012). Genus *Gracilaria* seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan mengandung metionin (0,68 mg/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat mengandung metionin (16,11 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Menarik bahwa *S. aquifolium* dan *U. lactuca* memiliki kandungan metionin lebih tinggi dibandingkan pada jus semangka (30,01 mg/L), jus timun (15,40 mg/L), jus seledri (15,45 mg/L) (Corleto *et al.*, 2019).

Ketiga rumput laut makroalga ini juga mengandung lisin yang memiliki fungsi penting dalam pertumbuhan sel normal dan metabolisme (Yang *et al.*, 2016) dan treonin yang penting dalam pemeliharaan mukosa usus (Mao *et al.*, 2011). Selain itu, ditemukan juga tirosin yang berperan sebagai antioksidan yang tinggi terhadap radikal peroksid (Matsui *et al.*,

Commented [AAA67]: Kalimat terlalu Panjang, perlu lebih focus dalam menulis pembahasan, sehingga kalimat lebih singkat

Commented [M.68R67]: Sudah dibuat lebih singkat

Commented [AAA69]: Perlu penjelasan lebih lanjut dari penulis untuk frasa ini?

Commented [WU70]: Rumput laut saja.

Commented [RP71R70]: Sudah diperbaiki

Commented [WU72]: metionin

Commented [RP73R72]: sepat

Commented [WU74]: taurin

Commented [RP75R74]: setuju

Commented [WU76]: perbaiki et al.

Commented [RP77R76]: sudah diperbaiki

Commented [WU78]: perbaiki

Commented [RP79R78]: telah diperbaiki

2018). Diketahui juga bahwa lisin bersama prolin dan vitamin C dapat membentuk kolagen dan menurunkan kadar trigliserida darah. Selain itu lisin merupakan asam amino memiliki fungsi sebagai prekursor pembentukan karnitin, yang merupakan perangsang proses beta oksidasi dalam tubuh, sehingga kadar kolesterol dan lemak dalam tubuh rendah, menurunkan kadar trigliserida darah yang berlebihan. Kekurangan lisin dapat mengakibatkan tubuh mudah lelah, anemia, sulit konsentrasi, rambut rontok, pertumbuhan terhambat, dan kelainan reproduksi (Chasanah *et al.*, 2015; Purwaningsih *et al.*, 2013). Ketiga makroalga tersebut memiliki asam amino tersebut sebesar $127,10 \pm 19,15$ mg/L untuk *S. aquifolium*, *U. lactuca* dan pada *G. longissima*, $73,70 \pm 16,77$ mg/L pada *U. lactuca* dan pada *G. longissima* sebesar $154,12 \pm 12,20$ mg/L. Konsentrasi masing-masing menunjukkan perbedaan yang bervariasi. Hal ini memang juga sangat memungkinkan karena adanya perbedaan faktor lingkungan dan umur pertumbuhannya. Genus *Gracilaria* seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan memiliki kandungan lisin tinggi ($3,55$ mg/kg) dan *G. verrucosa* dari Jepara diketahui mengandung lisin (498 mg/kg) (Farid *et al.*, 2013; Rasyid *et al.*, 2019). Keunggulan kandungan lisin ketiga makroalga hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan jus semangka ($45,31$ mg/L), jus timun ($41,61$ mg/L), jus seledri ($42,89$ mg/L) (Corleto *et al.*, 2019).

Asam amino treonin berfungsi penting dalam pemeliharaan mukosa usus. Dalam kondisi patologis seperti ileitis dan sepsis, threonin dimungkinkan dapat mempertahankan morfologi dan fisiologi usus (Mao *et al.*, 2011). Genus *Gracilaria* pada umumnya memiliki treonin dan tirosin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan ($7,34$ g/kg dan $2,152$ g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat ($22,51$ mg/g dan $17,40$ mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Kadar treonin ketiga makroalga lebih tinggi dibandingkan beberapa buah seperti kedelai (47 mg/kg), jus semangka ($26,55$ mg/L), jus timun ($37,97$ mg/L), jus seledri ($37,64$ mg/L) (Corleto *et al.*, 2019; Song *et al.*, 2013).

Tirosin berperan sebagai antioksidan yang tinggi terhadap radikal peroksil. Peptida yang mengandung tirosin menunjukkan aktivitas yang berbeda terhadap *reactive oxygen*

~~species (ROS) dan/atau reactive nitrogen species (RNS) (Matsui et al., 2018). Genus Gracilaria pada umumnya memiliki tirosin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (2,152 g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat (17,40 mg/g) (Lumbessy et al., 2019; Rasyid et al., 2019). Demikian pula tirosin ketiga makroalga lebih tinggi dibandingkan beberapa buah seperti kedelai (19 mg/kg), jus semangka (18,52 mg/L), jus timun (14,61 mg/L), jus seledri (12,03 mg/L) (Corleto et al., 2019; Song et al., 2013).~~

~~Asam amino hHistidin yang juga berfungsi sebagai antioksidan hanya dijumpai pada *S. aquifolium* sebesar (50,21 mg/L). Suplementasi histidin dapat menghambat kerusakan oksidatif oleh paparan Cu di usus (Jiang et al., 2016; Kopec et al., 2020).~~

~~Histidin memiliki fungsi antioksidan. Suplementasi histidin dapat menghambat kerusakan oksidatif oleh paparan Cu di usus (Jiang et al., 2016; Kopec et al., 2020). Genus Gracilaria seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan memiliki kandungan histidin tinggi (0,93 g/kg). *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat memiliki kandungan histidin (22,92 mg/g) (Lumbessy et al., 2019; Rasyid et al., 2019). Corleto et al. (2019) dalam penelitiannya terhadap jus timun dan jus seledri mendapatkan kandungan histidin (34-35 mg/L). Sehingga histidin *G. gracilis* lebih tinggi dibandingkan jus timun dan jus seledri tersebut.~~

Asam amino pencetus rasa umami (*Ummami enhancer*)

Asam amino non esensial yang dimiliki oleh ketiga rumput laut makroalga yang diteliti akan difokuskan pada kandungan asam glutamat dan asam aspartat. ~~Dari Hasil~~ pengujian didapatkan pada *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* menunjukkan kadar asam amino asam aspartat yang tinggi yaitu $303,67 \pm 52,09$ mg/L; $274,60 \pm 50,14$; $435,57 \pm 25,81$ mg/L, sementara asam glutamat sebesar $400,27 \pm 62,27$ mg/L; $240,33 \pm 44,87$ mg/L dan $430,83 \pm 19,44$ mg/L. Konsentrasi tersebut jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan jenis yang lain misalnya pada penelitian Farid et al. (2013) diketahui *Gracilaria verrucosa*

Commented [WU80]: perbaiki

Commented [RP81R80]: telah diperbaiki

Commented [WU82]: perbaiki

Commented [RP83R82]: telah diperbaiki

memiliki kadar Asam glutamat kurang dari 0,02 ppm atau 0,02 mg/kg), ~~namun tetapi~~ apabila dibandingkan dengan *Gracilaria gracilis* baik asam aspartat maupun asam glutamat ternyata lebih lebih kecil (Rasyid *et al.*, 2019). Hasil penelitian Kazir *et al.* (2018) menunjukkan bahwa kadar asam aspartat *Ulva* sp dan *Gracilaria* sp dari Haifa, Israel yaitu 16,11% dan 12,81%. Kadar asam glutamat *Ulva* sp dan *Gracilaria* sp yaitu 12 % dan 13%. Peng *et al.* (2013) melaporkan bahwa kandungan asam aspartat *Sargassum naozhouense* sebesar 8,39 g/100 g protein, glutamic acid 13,21 g/100 g protein.

Keberadaan asam glutamat dan asam aspartat pada makroalga dengan konsentrasi tinggi akan menjadi bahan yang dipertimbangkan dalam pengembangan *flavor enhancer* terutama umami atau produk dengan karakteristik berbasis tanaman, ~~seperti misalnya~~ pada *plant-based meat product* (Cofrades *S et al.*, 2017). Produk-produk tersebut dapat menjawab kebutuhan para vegetarian yang terus meningkat seiring kebutuhan akan makanan sehat. Selain kandungan gizi lainnya, tingginya konsentrasi asam aspartat dan asam glutamat ternyata berperan memberikan *flavor* dan *taste* pada makroalga (Mohd Rosni *et al.*, 2015), sedangkan menurut Mišurcová *et al.* (2013), Asam aspartat, Asam glutamat bersama Alanin dan Glisin berperan sebagai komponen utama *flavor* pada makroalga. Dengan bahan yang memiliki *flavor* dan *taste* ini, dapat pula memberikan rasa umami dalam produk makanan (Pangestuti & Kim, 2015; Yaich *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

~~Kandungan protein Hasil analisis terhadap ketiga rumput laut (edible macroalgae) yang diteliti menunjukkan kadar protein yang kecil yakni antara 3-4 % , namun semuanya memiliki asam amino yang mendekati lengkap atau komplet. Jenis asam amino yang teridentifikasi terdiri dari AAE dan AANE. Ada 8 sampai 10 jenis AAE dan 6 jenis AANE yang dapat ditemukan di ketiga edible macroalgae tersebut. Konsentrasi total asam amino AAE untuk *S.aquifolium* sebesar 1218,25 ± 98,29 mg/L, *U. lactuca* 883±120,42 mg/L dan *G.*~~

Commented [WU84]: perbaiki

Commented [WU85]: perbaiki

Commented [WU86]: perbaiki

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Indent: First line: 1,27 cm

Commented [AAA87]: Seharusnya kesimpulan menjawab tujuan

Commented [RP88R87]: Terimakasih reviewnya.

Kesimpulan telah diperbaiki untuk memastikan bahwa kesimpulan tersebut menjawab tujuan penelitian.

Kalimat tujuan telah tertulis di bagian alinea terakhir dari Panduluan. Sbb : Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi protein dan jenis asam aminonya dari tiga makroalga yang dikonsumsi yakni *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissimi*, serta mengidentifikasi kemungkinan potensi pengembangannya berdasarkan jenis asam amino yang teridentifikasi.

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut maka, kesimpulan yang disampaikan telah menjawab tujuan dengan perbaikan kalimat.

Alinea 1: menjawab tujuan pertama (mengetahui konsentrasi protein ketiga karoalga) dan tujuan kedua (mengetahui konsentrasi dan jenis asam amino)

Alinea 2 : menjawab tujuan ketiga (mengidentifikasi kemungkinan potensi pengembangan berdasarkan jenis asam amino yang teridentifikasi).

Terimakasih

longissima 1726 ± 42,55 mg/L. Dari aspek jenis dan konsentrasi asam amino AAE yang dimiliki oleh ketiga *edible macroalgae*, dapat menjadi sumber zat gizi dengan kualitas yang tinggi dan sumber pangan fungsional potensial. Asam amino non esensial (AANE) khususnya asam glutamat dan asam aspartat memiliki konsentrasi yang tinggi ditemukan di ketiga semua makroalga. Berdasarkan besaran konsentrasi kedua asam amino tersebut dimungkinkan memiliki potensi untuk pengembangan lebih lanjut menjadi produk-produk pangan berbasis alga tanaman dengan karakter flavor dan taste umami.

~~Asam amino non esensial (AANE) khususnya asam glutamat dan asam aspartat memiliki konsentrasi yang tinggi ditemukan di semua makroalga. Berdasarkan besaran konsentrasi kedua asam amino tersebut dimungkinkan memiliki potensi untuk pengembangan lebih lanjut menjadi produk-produk pangan berbasis tanaman dengan karakter flavor dan taste.~~

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan atas Hibah Penelitian Strategis Nasional Institusi, Ristekdikti, Tahun 2019, No. SK 010/L6/AK/SP2H.1/PENELITIAN/2019

~~no kontrak????.~~

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, M., Daniyal, M., Ali, A., Zainab, R., Muhammad Ali Shah, S., Munir, N., & Mahmood Tahir, I. (2020). *Role of pPhenylalanine and Its Mmetabolites in hHealth and N#eurological dDisorders. Di dalam: Synucleins - Biochemistry and Role in Diseases. IntechOpen, volume (...):1-13. https://doi.org/10.5772/intechopen.83648*
- Afifudin, I.-K., Suseno, S.-H., & Jacob, A.-M. (2014). Profil Aaasam Llemak Ddan Aaasam aAmino Ggonad Bbulu Bbabi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1):

Commented [WU89]: Jangan membahas hasil lagi... tujuannya tercapai atau tidak langsung saja pada yang dituju... jangan mengulang hasil...

Commented [RP90R89]: Terimakaish . telah diperbaiki

Commented [WU91]: Jadikan satu paragraf

Formatted: Indent: First line: 0 cm

Commented [P92]: Sudah ditambahkan, sekaligus memperbaiki tahun yang semula 2018 menjadi 2019.

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Commented [WU93]: Perbaiki

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic

Commented [WU94]: Ikuti panduan jhpi

Formatted: Font: Not Italic

60–70. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i1.8138>

Bradford, N.A.M.M. (1976). *A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding*. Academic Press, Inc. (Vol. 254). Academic Press, Inc.

Formatted: Indent: Hanging: 0,85 cm

Byrd-Bredbenner, C., Moe, G., Berning, J. & Kelley, D., 2019. *Wardlaw's perspectives in nutrition: a functional approach*. 2 ed. NY: McGraw-Hill Education.

Cavuoto, P., & Fenech, M-F. (2012). A review of methionine dependency and the role of methionine restriction in cancer growth control and life-span extension. *Cancer treatment reviews*, 38(6):726–736. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2012.01.004>

Formatted: Font: Italic

Chan, P-T., & Matanjun, P. (2016). Chemical composition and physicochemical properties of tropical red seaweed, *Gracilaria changii*. *Food Chemistry*, 221:302-310. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.066>

Chasanah, E., Nurilmala, M., Purnamasari, A. R., & Fithriani, D. (2015). Komposisi kimia, kadar albumin dan bioaktivitas ekstrak protein ikan gabus (*Channa striata*) alam dan hasil budidaya. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 10(2):123-132

Formatted: Font: Italic

Chemical Composition, Albumin Content and Bioactivity of Crude Protein Extract of Native and Cultured *Channa striata*. *JPB Kelautan Dan Perikanan*, 10(2), 123–132. <https://bbp4b.litbang.kkp.go.id/jurnal-jpbkp/index.php/jpbkp/article/view/364>

Cofrades S., J., Benedi J., A., Garcimartin A., P.J., Sanchez-Muniz, F.F., Jimenez-Colmenero F. (2017). A comprehensive approach to formulation of seaweed enriched meat product: From technological development to assessment of healthy properties. *Food research international*. J of ..vol- 99;: pat 3; 1084-1094. <https://doi.org/10.1016/J.foodres.2016.06.029>

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Corleto, K. A., Singh, J., Jayaprakasha, G. K., & Patil, B. S. (2019). A sensitive HPLC-FLD

method combined with multivariate analysis for the determination of amino acids in L-citrulline rich vegetables. *Journal of Food and Drug Analysis*, 27(3):717–728.

<https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.04.001>

Debbarma, J., Madhusudana Rao, B.M., Narasimha Murthy, L.N., Mathew, S.,

Venkateshwarlu, G., & Ravishankar, C. N. (2016). Nutritional profiling of the edible seaweeds *Gracilaria edulis*, *Ulva lactuca* and *Sargassum* sp. *Indian Journal of Fisheries*,

63(3):81–87. <https://doi.org/10.21077/ijf.2016.63.3.60073-11>

Diachanty, S., Nurjanah, & Abdullah, A. (2017). Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput

laut coklat dari perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Ikan Indonesia*,

20(2):305–318.

Ma'rif WFarid, W., Ibrahim, R., Dewi, E. N., Susanto, E., & Amalia, U. (2013). Profil

Rumput Laut Caulerpa racemosa dan Gracilaria verrucosa sebagai Edible Food (Caulerpa racemosa and Gracilaria verrucosa

Profile as Edible Foods). *Jurnal SAINTEK aintek PERIKANAN : Indonesian Journal of*

Fishes Science and Technology, 9(1):68-74.

<https://doi.org/10.14710/ijfst.9.1.p>

Gazali, M., Nurjanah, N., & Zamani, N.-P. (2018). Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga

Coklat *Sargassum* sp. Agardh sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal*

Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 21(1):167-187. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>

<https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>

Hardouin, K., Burlot, A.-S., Umami, A., Tanniou, A., Stiger-Pouvreau, V., Widowati, I.,

Bedoux, G., & Bourgoignon, N. (2014). Biochemical and antiviral activities of

enzymatic hydrolysates from different invasive French seaweeds. *Journal of Applied*

Phycology, 26(2):1029–1042. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0201-6>

Harnedy, P. A., & FitzGerald Richard, J. F. (2011). Bioactive proteins, peptides, and

Amino Acids from Macroalgae. *Journal of Phycology*, 47(2): 218-232.

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Italic

Psychological Society of America, 232, 218–232. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2011.00969.x>

Hegdekar, N., Lipinski, M. M., & Sarkar, C. (2021). N-Acetyl-l-leucine improves functional recovery and attenuates cortical cell death and neuroinflammation after traumatic brain injury in mice. *Scientific Reports*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88693-8>

Formatted: Font: Not Italic

Jacob, A. M., Asnita, L., & Lingga, B. (2012). Karakteristik Protein dan Asam Amino daging rajungan (*Portunus pelagicus*) Akibat Pengukusan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(2). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v15i2.6207>

Formatted: Font: Not Italic

Jiang, W. D., Qu, B., Feng, L., Jiang, J., Kuang, S. Y., Wu, P., Tang, L., Tang, W. N., Zhang, Y. A., Zhou, X. Q., Tang, L., Tang, W. N., Zhang, Y. A., Zhou, X. Q., & Liu, Y. (2016). Histidine prevents Cu-induced oxidative stress and the associated decreases in mRNA from encoding tight junction proteins in the intestine of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *PLoS ONE*, 11(6), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157001>

Formatted: Font: Not Italic

Kadam, S. U., Álvarez, C., Tiwari, B. K., & O'Donnell, C. P. O. (2015). Extraction of biomolecules from seaweeds. *Di dalam In Seaweed Sustainability*. Academic Press Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418697-2/00009-X>

Kazir, M., Abuhassira, Y., Robin, A., Nahor, O., & Luo, J. Israel A, Golberg A, Livney YD. (2018). Extraction of proteins from two marine macroalgae, *Ulva* sp. and *Gracilaria* sp., for food application, and evaluating digestibility, amino acid composition and antioxidant properties of the protein concentrates. *Food Hydrocolloids*, 87:194-203 <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.047>

Kim, D. H., Kim, S. H., Jeong, W. S., & Lee, H. Y. (2013). Effect of BCAA intake during endurance exercises on fatigue substances, muscle damage substances, and energy metabolism substances. *Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry*, 17(4), 169–180. <https://doi.org/10.5717/jenb.2013.17.4.169>

Formatted: Font: Not Italic

Kopec, W., Jamroz, D., Wiliczkiwicz, A., Biazik, E., Pudlo, A., Korzeniowska, M., ...

Hikawezuk, T., & Skiba, T. (2020). Antioxidative characteristics of chicken breast meat and blood after diet supplementation with carnosine, L-histidine, and β -alanine.

Antioxidants, 9(11), 1093–14. <https://doi.org/10.3390/antiox9111093>

Formatted: Font: Not Italic

Lumbessy, S.-Y., Andayani, S., Nursyam, H., & Firdaus, M. (2019). Biochemical study of amino acid profile of *Kappaphycus alvarezii* and *Gracilaria salicornia* seaweeds from Gerupuk Waters, West Nusa Tenggara (NTB). *EurAsian Journal of BioSciences*, 13(1), 303–307.

Formatted: Font: Not Italic

Manteu, S.-H., Nurjanah, & Nurhayati, T. (2018). Karakteristik Rumput Laut Cokelat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) dari Perairan Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3), 396–405.

Formatted: Font: Not Italic

Mao, X., Zeng, X., Qiao, S., Wu, G., & Li, D. (2011). Specific roles of threonine in intestinal mucosal integrity and barrier function. *Frontiers in Bioscience*, 16(1292), 1307200.

Formatted: Font: Not Italic

Matsui, R., Honda, R., Kanome, M., Hagiwara, A., Matsuda, Y., Togitani, T., Ikemoto, N., & Terashima, M. (2018). Designing antioxidant peptides based on the antioxidant properties of the amino acid side-chains. *Food Chemistry*, 245, 750–755. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.119>

Formatted: Font: Not Italic

McAllan, L., Cotter, P.-D., Roche, H.-M., Korpela, R., & Nilaweera, K.-N. (2013). Impact of leucine on energy balance. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 69(1), 155–163. <https://doi.org/10.1007/s13105-012-0170-2>

Formatted: Font: Not Italic

Mišurcová, L., Buňka, F., Vávra, Ambrožová, J., Machů, L., Samek, D., & Kráčmar, S. (2014). Amino acid composition of algal products and its contribution to RDI. *Food Chemistry*, 151, 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.040>

Formatted: Font: Not Italic

Mohd Rosni, S., Faisal, A., Azwan, A., Chye, F.-Y., & Matanjun, P. (2015). Crude proteins, total soluble proteins, total phenolic contents and SDS-PAGE profile of fifteen varieties

of seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *International Food Research Journal*, 22(4), 1483–1493.

Morris, C.-R., Hamilton-Reeves, J., Martindale, R.-G., Sarav, M., & Ochoa Gautier, J.-B. (2017). Acquired Amino Acid Deficiencies: A Focus on Arginine and Glutamine. *Nutrition in Clinical Practice*, 32(1-suppl), 30S-47S. <https://doi.org/10.1177/0884533617691250>

Formatted: Font: Not Italic

Nufus, C., Nurjanah, & Abdullah, A. (2017). Karakteristik Rumput Laut Hijau dari Perairan Kepulauan Seribu dan Sekotong Nusa Tenggara Barat Sebagai Antioksidan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 620–632.

Formatted: Font: Not Italic

Pangestuti, R., & Kim, S. (2015). Seaweed proteins, peptides, and amino acids. *Di dalam In Seaweed Sustainability*. Academic Press Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418697-2/00006-4>

Peng, Y., Xie, E., Zheng, K., Fredimoses, M., Yang, X., Zhou, X., Wang, Y., Yang, B., Lin, X., Liu, J., & Liu, Y. (2013). Nutritional and chemical composition and antiviral activity of cultivated seaweed *Sargassum naozhouense* Tseng et Lu. *Marine Drugs*, 11(1), 20–32. <https://doi.org/10.3390/md11010020>

Formatted: Font: Not Italic

Pratama, R.-I., Rostini, I., & Rochima, E. (2018). Profil Asam Amino, Asam Lemak dan Komponen Volatil Ikan Gurame Segar (*Osphronemus gouramy*) dan Kukus. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 218-2319. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.22842>

Formatted: Font: Not Italic

Purwaningsih, S., & Deskawati, E. (2020). Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Gracilaria* sp. Asal Banten. *In Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. (Vol. 23, Issue 3):503-512. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.32808>

Purwaningsih, S., Salamah, E., & Apriyana, G.-P. (2013). Profil Protein dan Asam Amino Keong Hipong-hipong (*Fasciolaria salmo*) pada Pengolahan yang Berbeda. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 8(1), 77-82. <https://doi.org/10.25182/jgp.2013.8.1.77-82>

Formatted: Font: Not Italic

Rasyid, A., Ardiansyah, A., & Pangestuti, R. (2019). Nutrient composition of dried seaweed *Gracilaria gracilis*. *ILMU Kelautan LAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 24(1), 1. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.24.1.1-6>

Formatted: Font: Not Italic

Ripps, H., & Shen, W. (2012). Review: Taurine: A "very essential" amino acid. *Molecular Vision*, 18(August), 2673–2686.

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Rohman, Abdul, M. Si., Apt dan Prof. Dr. Ibnu Gholib Gandjar, DEA., Apt. 2007. *Metode Kromatografi Untuk Analisis Makanan BAB III hal. 43-75*. Yogyakarta.

Seca, A.-M. L., & Pinto, D.-C. G.-A. (2018). Overview on the antihypertensive and anti-obesity effects of secondary metabolites from seaweeds. *Marine Drugs*, 16(7), 237. <https://doi.org/10.3390/md16070237>

Formatted: Font: Not Italic

Sena, C.-M., Pereira, A.-M., & Seiça, R. (2013). Endothelial dysfunction - A major mediator of diabetic vascular disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1832(12), 2216–2231. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2013.08.006>

Formatted: Font: Not Italic

Shu X., Kang K, Zhong J, S, Zhang Y, Hu H, Zhang D, et al. (2014). Meta-analysis of branched chain amino acid-enriched nutrition to improve hepatic function in patients undergoing hepatic operation. *Zhonghua gan Zang Bing za zhi = Zhonghua Ganzangbing Zazhi = Chinese Journal of Hepatology*. 2014 Jan;22(1):43-47. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1007-3418.2014.01.010.

Formatted: Font: Italic

Song, J., Liu, C., Li, D., & Gu, Z. (2013). Evaluation of sugar, free amino acid, and organic acid compositions of different varieties of vegetable soybean (*Glycine max* [L.] Merr). *Industrial Crops and Products*, 50, 743–749. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.064>

Formatted: Font: Not Italic

Theis, N., Brown, M.-A., Wood, P., & Waldron, M. (2021). Leucine supplementation increases muscle strength and volume, reduces inflammation, and affects wellbeing in adults and adolescents with cerebral palsy. *The Journal of Nutrition*, 151(1), 59–64. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa006>

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic

Utari, D. M., Rimbawan, R., Riyadi, H., Muhilal, M., & Purwastyastuti, P. (2011). Potensi asam amino pada Tempe untuk memperbaiki profil lipid dan Diabetes Mellitus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Kesmas: (National Public Health Journal)*, 5(4), 166-170. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v5i4.137>

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic

Vieira, E. F., Soares, C., Machado, S., Correia, M., Ramalhosa, M. J., Oliva-Teles, M. T., ... Paula Carvalho, A., Domingues, V. F., Antunes, F., Oliveira, T. A. C., Morais, S., & Delerue-Matos, C. (2018). Seaweeds from the Portuguese coast as a source of proteinaceous material: Total and free amino acid composition profile. *Food Chemistry*, 269 (April), 264-275. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.145>

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic

Wamiti, J., Kogi-makau, W., Ngala, S., & FE, Ephraim, FO. (2018). *SM Group SM Journal of Food and Nutritional Disorders* Effectiveness of Leucine Supplementation in the Management of Moderate Wasting in Children. *SM J, Food Nutri, Disord*, 4(1), 1023-7.

Formatted: Indent: Left: 0 cm, First line: 0 cm

Formatted: Font: Not Italic

Water Waters. 2012. Acquity UPLC Acquity UPLC HILIC Class and H-Class Bio Amino Acid Analysis System Guide. Waters Corporation, Revision C Guide.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Indent: Left: 0 cm, Hanging: 1 cm, Space After: 8 pt, Line spacing: Multiple 1,08 li, Widow/Orphan control

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Yaich, H., Garna, H., Besbes, S., Paquot, M., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Chemical composition and functional properties of Ulva lactuca seaweed collected in Tunisia. *Food Chemistry*, 128(4), 895-901. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.114>

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic

Yang, Q. Q., Zhang, C. Q., Chan, M. L., Zhao, D. S., Chen, J. Z., Wang, Q., ... Li, Q. F., Yu, H. X., Gu, M. H., Sun, S. S. M., & Liu, Q. Q. (2016). Biofortification of rice with the essential amino acid lysine: Molecular characterization, nutritional evaluation, and field performance. *Journal of Experimental Botany*, 67(14), 4285-4296. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw209>

Formatted: Font: Not Italic

Commented [WU95]: Perbaiki daftar pustaka

Protein dan Asam Amino pada *Edible Sargassum aquifolium* (Turner) C.Agardh, *Ulva lactuca* L. dan *Gracilariopsis longissima* (S.G.Gmelin) Steentoft, L.M.Irvine & Farnham

Alberta Rika Pratiwi*, Irma Fadlilah, Victoria Kristina Ananingsih, Meiliana
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang,
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Korespondensi: pratiwi@unika.ac.id

Abstrak

Makroalga telah digunakan industri pangan sejak lama karena komponen yang dikandungnya seperti alginat, karagenan, dan agar. Selain itu seaweed mengandung nutrisi dan komponen bioaktif lainnya sebagai pangan fungsional. Kandungan protein dan keragaman jenis asam amino dapat menjadi informasi penting untuk memaksimalkan potensi yang dimiliki seaweed. Penelitian ini bertujuan mengetahui kandungan protein dan profil asam amino pada *S.aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima*. Ekstraksi protein menggunakan pelarut 0,4 M NaOH dan ultrasonikasi 5 menit dengan amplitudo 70%. Analisis kandungan protein menggunakan metode Bradford. Komposisi asam amino dianalisis menggunakan *Ultra performance liquid chromatography*. Protein tertinggi diantara ketiga makroalga tersebut adalah *S. aquifolium* yakni mengandung protein 4,17% dan teridentifikasi 16 jenis asam amino dengan 10 jenis asam amino esensial (AAE) dan 6 asam amino non esensial (AANE). *U lactuca* teridentifikasi 9 AAE dan 6 AANE. Untuk *G. longissima* teridentifikasi 8 jenis AAE dan 6 jenis AANE. Asam glutamat merupakan asam amino tertinggi pada *S. aquifolium* sebesar $400,27 \pm 62,27$ mg/Kg, sedangkan pada *U. lactuca* dan *G. longissima* asam aspartat merupakan AANE yang tertinggi kandungannya yakni $274,60 \pm 50,14$ mg/Kg dan $435,57 \pm 25,81$ mg/Kg. *Edible* makroalga tersebut mengandung protein dan asam amino yang penting dan beberapa memiliki konsentrasi lebih tinggi dibandingkan sumber protein makroalga sejenis dari perairan lain. Asam amino yang dimiliki ketiga makroalga ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi produk pangan berbasis tanaman dengan karakter flavor dan taste umami. Dengan demikian dapat membuka peluang untuk konsumsi sebagai sayuran, bumbu atau produk olahan untuk industri pangan.

Kata kunci: protein, asam amino, *edible macroalga*

Abstract

Seaweed or macroalgae have been used by the food industry for a long time because of the components they contain such as alginate, carrageenan, and agar. In addition, seaweed contains nutrients and other bioactive components which makes seaweed a functional food. Information about its protein content and amino acid diversity is important to maximize seaweed's potential. This study aimed to determine the protein content and amino acid profile of *S. aquifolium*, *U. lactuca*, and *G. longissima*. Protein was extracted using 0.4 M NaOH solvent and ultrasonication for 5 minutes with an amplitude of 70% and analyzed with the Bradford method. The amino acid composition was analyzed using Ultra Performance Liquid Chromatography. *S. aquifolium* had the highest protein content (4.17%) and 16 types of amino acids, which consist of 10 types of essential amino acids (AAEs) and 6 non-essential amino acids (AANEs). *U. lactuca* had 9 AAEs and 6 AANEs, while *G. longissima* had 8 types of AAEs and 6 types of AANEs. Glutamic acid was the highest amino acid in *S. aquifolium* (400.27 ± 62.27 mg/Kg), while aspartic acid was the highest in *U. lactuca* (274.60 ± 50.14 mg/Kg) and *G. longissima* (435.57 ± 25.81 mg/Kg). *Edible* macroalgae contain protein and many types of amino acids, and some have higher concentrations than similar macroalgae protein sources from other water areas. The amino acids possessed by these three macroalgae have the potential to be further developed into plant-based food products with umami flavor and taste characteristics, such as vegetables, spices, or any processed food products.

Keywords: amino acids, edible macroalgae, protein

Commented [AAA1]: Perlu dicermati apakah perlu keduanya?

Commented [RP2R1]: Terimakasih atas reviewnya . Tentang judul dengan menambahkan Kata PROTEIN, tetap dicantumkan karena ada pembahasan tersendiri yang menunjukkan kandungan protein pada seaweed sejenis bekum tentu sama, yang dikarenakan asal usul seaweed tersebut. Terimakasih.

Formatted: Highlight

Formatted: Strikethrough

Commented [P3]: Sudah sesuai font 10

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Highlight

Commented [P4]: Sudah sesuai : font 10

PENDAHULUAN

Makroalga telah digunakan pada industri pangan karena komponen di dalamnya yakni algin, karagenan, dan agar. Selain sebagai bahan makanan, makroalga juga digunakan sebagai bahan kosmetik dan farmasi (Hardouin *et al.*, 2014). Makroalga diketahui mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, polyphenol dan mineral. Komposisi nutrisi dan komponen biokimia makroalga bervariasi berdasarkan spesiesnya. Selain itu juga oleh tahap perkembangan, faktor lingkungan, faktor geografi, habitat dan musim panen (Chan & Matanjun, 2016; Pangestuti & Kim, 2015; Vieira *et al.*, 2018). Secara khusus protein makroalga memiliki kandungan tinggi antara 2,53-5,48% (Gazali *et al.*, 2018; Nufus *et al.*, 2017). Protein tersebut mengandung asam amino, potensi asam amino pada makroalga ini dapat berkontribusi pada industri pangan dan kesehatan. Beberapa penelitian makroalga dengan berbagai kondisi geografi menghasilkan keragaman jenis asam amino yang dimiliki yang dapat dikelompokkan ke dalam asam amino esensial dan non esensial (Kazir *et al.*, 2018; Chan & Matanjun, 2016). Hasil penelitian Kazir *et al.* (2018) *Ulva sp* mengandung alanin, arginine, asam aspartat, asam glutamat, glisin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, methionin fenilalanin, prolin, serin, treonin, tirosin, valin. Makroalga juga mengandung peptida atau protein pendek dengan 2-20 asam amino dan menjadi aktif saat dilepaskan melalui proses hidrolisis dengan enzim dan fermentasi. Peptida bioaktif ini dapat berfungsi sebagai modulator berbagai proses di dalam tubuh, antihipertensi, antibakteri, antioksidan (Harnedy & Richard, 2011; Seca & Pinto, 2018).

~~Berdasarkan hasil penelitian tentang peran asam amino dan protein dalam makroalga sangat penting sebagai penelitian pendahuluan untuk mengeksplorasi potensi yang dimiliki makroalga dalam bidang pangan dan kesehatan misalnya sebagai sumber komponen penting seperti asam amino esensial dan untuk industri pangan.~~

Sargassum sp, *Ulva sp*, *Gracilariopsis sp* merupakan jenis makroalga yang dapat dikonsumsi manusia atau *edible macroalgae* (Debbarma *et al.*, 2016). Penelitian mengenai

Commented [AAA5]: Kalimat ini kurang tepat diletakkan disini...
Bagaimana dengan hidrolisat protein?

Commented [RP6R5]: Terimakasih reviewnya. Kami menyetujui bahwa kalimat tersebut tidak tepat sebagai latarbelakag/ pendahuluan. Untuk itu dihapus. Terimakasih

kandungan protein dan profil asam amino *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* dari Pantai Sayang Heulang Garut, Jawa Barat diharapkan dapat digunakan sebagai informasi penting dalam pemanfaatan makroalga sebagai bahan pangan fungsional dan bidang industri pangan lainnya. Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi protein dan jenis asam aminonya dari tiga makroalga yang dikonsumsi yakni *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima*, serta mengidentifikasi kemungkinan potensi pengembangannya berdasarkan jenis asam amino yang teridentifikasi. Tujuan ????

Commented [AAA7]: Perlu diperbaiki kalimat tujuan penelitian. Seharusnya tujuan

Commented [RP8]: Kalimat ini merupakan tujuan. Terimakasih

Commented [P9]: Telah diperbaiki untuk dituliskan tujuannya.

Commented [AAA10]: Mana perbaikannya?

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama adalah makroalga *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* dari Pantai Sayang Heulang Garut, Jawa Barat. Sampel makroalga tersebut diidentifikasi ke dalam jenisnya oleh Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bahan kimia yang digunakan HCl PA (Merck), etanol 96% PA (Merck), methanol (Merck), asam fosfat 85% (Merck), NaOH (Merck), *Coomassie Brilliant Blue* (Merck), *Bovine Serum Albumin* (Merck), Standar Asam Amino (Sigma Aldrich).

Alat yang digunakan dalam analisis meliputi *Refrigerated centrifuge* (Sigma), Ultrasonic processor (Hielscher), Spektrofotometer (Shimadzu) dan Acquity UPLC (*Ultra Performance Liquid Chromatography*) H Class with PDA Detector (Waters).

Metode Penelitian

Ekstraksi dan Analisis Protein menurut siapa??

Metode ekstraksi protein mengacu pada Kadam (2016) yang dimodifikasi. Sampel kering makroalga sebanyak 70 mg dilarutkan dalam 1,4 ml akuabides dan diinkubasi pada suhu 4° C selama 16 jam. Setelah inkubasi, disentrifugasi 9000 rpm, 20 menit, 4° C. Endapan yang

Commented [P11]: Sudah ditambahkan

diperoleh dilarutkan ke dalam 0,4M NaOH dan disentrifugasi kembali 9000 rpm, 20 menit, 4°
C. Filtrat yang diperoleh dilanjutkan dengan ultrasonikasi (**Ultrasound Processor**) 5 menit dengan amplitude 70% dan cycle 0,5. Setelah ultrasonikasi dianalisis kadar proteinnya menggunakan metode Bradford (1976) dengan standard *Bovine Serum Albumin* (BSA)

Formatted: Highlight

Prosedur pengujian

Commented [P12]: Sudah ditambahkan

Pengukuran kadar protein menggunakan prosedur Bradford (1976), diawali dengan pembuatan standar BSA. Larutan standar yang digunakan adalah Bovine Serum Albumin. Sebanyak 1 mg BSA diencerkan menggunakan ddH₂O menjadi deret konsentrasi 40, 80, 120, 160 dan 200 ppm, kemudian ditambah dengan larutan Bradford dan diamati absorbansinya menggunakan panjang gelombang 595. Selanjutnya dibuat kurva standar BSA untuk dasar penghitungan konsentrasi protein. Pengukuran kadar protein sampel dilakukan terhadap hasil ekstraksi ketiga sampel makroalga. Sebanyak 2 ul sampel ditambah reagen Bradford dan ddH₂O, diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 595. Selanjutnya Kadar protein ditentukan menggunakan rumus linier yang diperoleh dari kurva standar BSA.

Rumus tersebut adalah :

$$Y = 0,0046x + 0,0171$$

Y adalah nilai absorbansi yang diperoleh

X adalah kadar protein yang dicari.

Formatted: Indent: First line: 1,27 cm

-(masukkan kesini rumusnya)

Commented [RP13]: Terimakasih reviewnya : Rumus linier sudah ditambahkan. Terimakasih

Apakah hanya asam amino?? bisa dijelaskan pengujian kadar protein

Commented [P14]: Sudah ditambahkan

Analisis Asam Amino menurut siapa???

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Commented [P15]: Sudah ditambahkan

Analisis asam amino meliputi jenis dan konsentrasinya dilakukan menggunakan acuan Waters (2012). Filtrat ekstraksi protein yang diperoleh dilanjutkan analisis asam amino menggunakan UPLC (*Ultra Performance Liquid Chromatography*) dengan kolom C18, fase Fase gerak : Eluen Accq. Tag Ultra; Akuabides, Sistem pompa : Gradien, Suhu kolom : 49°C

Detektor : PDA (Rohman dan Ibnu, 2007; Waters, 2012). Penghitungan kadar asam amino dalam sampel dengan menggunakan perbandingan (rasio) area analit dengan internal standar, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rasio standar atau sampel (RS)} = \frac{A_{\text{spl}}}{A_{\text{IS}}}$$

$$\text{Kadar Asam Amino (mg/ Kg; mg/ L)} = \frac{\text{Rasio Sampel}}{\text{Rasio Standar}} \times \frac{\text{Cstd}}{1000000} \times \text{BM} \times \text{Va} \times \text{Fp}$$

Wspl atau Vspl

Keterangan:

A spl = Luas area analit asam amino

A IS = Luas area internal standard

C Std = Konsentrasi larutan standar asam amino (pmol/μL)

BM = Bobot molekul asam amino

Va = Volume akhir sampel (μL)

Fp = Faktor pengenceran

W spl = Bobot penimbangan sampel (g)

V spl = Volume pemipetan sampel (mL)

Analisis Data???????

Commented [P16]: Sudah ditambahkan

Analisis Data

Pengujian konsentrasi protein dan asam amino dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Hasil yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk melihat secara kuantitatif protein dan asam amino yang teridentifikasi pada tiga edible makroalga dalam penelitian ini. Data kuantitatif disajikan dalam bentuk rata-rata dengan standar deviasi.

Commented [RP17]: Tambahkan kalimat untuk memperjelas tentang analisis data.

Commented [AAA18]: Standar deviasi?

Commented [RP19R18]: Terimakasih reviewnya. Analisis data sudah ditambahkan terkait standar deviasi. Terimakasih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Protein

Protein makroalga dapat menjadi alternatif sumber protein nabati yang mengandung asam amino esensial dan non esensial. Hasil analisis kadar protein pada *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Protein concentration in edible macroalgae
S. aquifolium, *U. lactuca*, and *G. longissima*

G. longissima

Species	Protein (%)
<i>S. aquifolium</i>	4.17 ± 0.16
<i>U. lactuca</i>	3.07 ± 0.05
<i>G. longissima</i>	3.55 ± 0.18

Commented [P21]: Sudah diperbaiki sesuai template jphpi terbaru

Formatted: Centered

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Left

Formatted Table

Commented [WU20]: Perbaiki tabel.lihat tempelate jphpi terbru

Hasil analisis protein berdasarkan Tabel 1 menunjukkan kandungan protein yang berbeda meskipun tidak sangat signifikan. Kandungan protein ketiga makroalga berkisar 3,07-4,17%. Protein makroalga memang lebih kecil dibandingkan dengan mikroalga. Hal ini dibuktikan dari beberapa penelitian protein makroalga untuk jenis berbeda dan wilayah perairan yang berbeda sekalipun juga menunjukkan kisaran yang sama. Untuk *S. polycystum* asal perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu sebesar 3,64% (Diachanty *et al.*,2017) dan *U. lactuca* sebesar 5,14% (Nufus *et al.*,2017), dari Pantai Lemito, Gorontalo sebesar 3,65% (Manteu *et al* 2018). Purwaningsih & Deskawati (2020) juga melaporkan bahwa protein *Gracilaria sp* dari tambak di Banten sebesar 9,36%. Adanya perbedaan kecil memang dapat terjadi meskipun tidak signifikan, hal ini disebabkan oleh karena jenis spesies dan habitatnya yang berbeda. Oleh karena makroalga seluruh thallusnya melakukan fotosintesis dan substrat perairannya, maka jika tumbuh di habitat atau perairan berbeda dapat mempengaruhi kandungan biokimianya (Chan & Matanjun (2016); Kadam *et al* (2015), Vieira *et al* (2018)).

Profil Asam Amino

Analisis asam amino merupakan langkah awal yang digunakan untuk memberikan informasi jenis dan kadar asam amino pada makroalga. Komposisi asam amino makroalga diukur menggunakan UPLC. Ada enam belas jenis asam amino yang terdeteksi dengan

komposisi yang berbeda-beda pada ketiga makroalga yang diteliti. Dalam penelitian ini, teridentifikasi 16 jenis asam amino pada *S. aquifolium*, 15 jenis pada *U. lactuca*, dan 14 jenis asam amino pada *G. longissima* (Tabel 2).

Table 2. Types of identified amino acids and their concentrations (mg/L) in edible makroalgae *S. aquifolium*, *U. lactuca*, and *G. longissima*

Type of Amino acid	<i>S. aquifolium</i>	<i>U. lactuca</i>	<i>G. longissima</i>
Treonin*	116.65 ± 11.39	99.22 ± 11.27	185.14 ± 6.56
Tirosin*	112.86 ± 3.69	64.55 ± 18.25	131.82 ± 4.71
Leusin*	220.15 ± 23.15	163.05 ± 39.18	289.74 ± 18.37
Lysine*	127.10 ± 19.15	73.70 ± 16.77	154.12 ± 12.20
Arginine*	143.71 ± 11.30	153.25 ± 14.7	235.47 ± 11.12
Valin*	148.27 ± 17.06	128.39 ± 17.62	232.67 ± 11.64
IsoLeusin*	117.85 ± 13.69	86.83 ± 13.62	193.35 ± 7.72
Fenilalanin*	175.81 ± 3.43	161.68 ± 20.20	304.69 ± 7.69
Methionine*	55.86 ± 5.19	8.45 ± 14.63	ND
Cysteine*	ND	ND	ND
Histidine*	50.21 ± 1.57	ND	ND
Tryptophan*	ND	ND	ND
Proline	178.45 ± 15.63	155.91 ± 21.66	235.80 ± 1.30
Aspartic Acid	303.67 ± 52.09	274.60 ± 50.14	435.57 ± 25.81
Glisin	173.33 ± 16.58	153.25 ± 14.7	279.03 ± 8.5
Alanine	218.52 ± 24.86	247.20 ± 38.47	285.77 ± 7.75
Glutamic Acid	400.27 ± 62.27	240.33 ± 44.87	430.83 ± 19.44
Serin	143.49 ± 11.65	152.78 ± 14.14	430.83 ± 19.44
Total of amino acid	1218.25 ± 98.29	883 ± 120.42	1726 ± 42.55

* Essential amino acid; ND = Not detected

Table 3. Concentration of essential amino acids (mg/L) in *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* compared to WHO/FAO daily intake recommendation data (2007)

Essential amino acid	<i>S. aquifolium</i> (mg/L)	<i>U. lactuca</i> (mg/L)	<i>G. longissima</i> (mg/L)	WHO/FAO (2007) (mg/Kg)
Treonin	116.65 ± 11.39	99.22 ± 11.27	185.14 ± 6.56	15.00
Leusin	220.15 ± 23.15	163.05 ± 39.18	289.74 ± 18.37	39.00
Lysine	127.10 ± 19.15	73.70 ± 16.77	154.12 ± 12.20	30.00
Valin	148.27 ± 17.06	128.39 ± 17.62	232.67 ± 11.64	26.00
Isoleusin	117.85 ± 13.69	86.83 ± 13.62	193.35 ± 7.72	20.00
Fenilalanin	175.81 ± 3.43	161.68 ± 20.20	304.69 ± 7.69	25.00
Methionine	55.86 ± 5.19	8.45 ± 14.63	ND	10.00
Cysteine	ND	ND	ND	4.00
Histidine	50.21 ± 1.57	ND	ND	10.00
Tryptophan	ND	ND	ND	4.00

ND = Not Detected

Semua makroalga yang digunakan pada penelitian ini mengandung asam amino esensial (AAE). Total AAE yang dimiliki *S. aquifolium* adalah $1218,25 \pm 98,29$ mg/L atau $1,22 \pm 0,09$ g/L, *U. lactuca* adalah $883 \pm 120,42$ mg/L atau $0,88 \pm 0,12$ g/L, dan *G. longissima* adalah $1726 \pm 42,55$ mg/L atau $1,73 \pm 0,04$ g/L. Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan asam amino treonin, leusin, lysin, valin, isoleusin, fenilalanin yang dimiliki *S. aquifolium*, *U. lactuca*, dan *G. longissima* lebih tinggi dibandingkan dengan rekomendasi asupan harian berdasarkan Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) dan The World Health Organization (WHO), yaitu lisin 0,03g/ Kg; leusin 0,04g/ Kg; isoleusin 0,02g/ Kg; valin 0,036g/ Kg; treonin 0,15g/ Kg; histidin 0,01g/ Kg; fenilalanin 0,03g/ Kg dan metionin 0,01g/ Kg (Mišurcová *et al*, 2013).

Leusin merupakan AAE paling tinggi yang terdapat pada *Sargassum aquifolium* memiliki 9 jenis AAE dengan konsentrasi leusin paling tinggi yakni sebesar $(220,15 \pm 23,15$ mg/L) dan *U. lactuca* ($163,05 \pm 39,18$ mg/L), dan AAE tertinggi kedua pada ~~ketiga jenis edible makroalga~~ *G. longissima* memiliki konsentrasi leusin $(289,74 \pm 18,37$ mg/L).

Formatted: Left

lebih jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan bahan pangan lainnya, seperti *S. aquifolium* dan *U. lactuca* kedelai, semangka dan timun yakni antara (42 - 47,17 -mg/Kg) (Corleto *et al.*, 2019; Song *et al.*, 2013). Farid *et al.* (2013) & Rasyid *et al.* (2019) Leusin berperan dalam mekanisme keseimbangan energi dalam tubuh. Diet yang disuplementasi dengan leusin sebagai suplemen dapat menurunkan asupan makanan yang diduga disebabkan oleh melalui efek *satiety*, serta dan menurunkan adipositas melalui penurunan ekspresi *fatty acid synthase* (FAS) pada jaringan adiposa dan peningkatan oksidasi asam lemak pada sel otot C2C12 yang berperan dalam pembentukan massa otot tubuh (McAllan *et al.*, 2013). Peran penting leusin pada pembentukan massa otot menunjukkan bahwa leusin penting dikonsumsi oleh bermanfaat bagi anak-anak yang sedang mengalami pertumbuhan dan perbaikan kondisi *wasting* dan perkembangan (Jacob *et al.*, 2012; Wamiti *et al.*, 2018). Peran leusin pada pembentukan massa otot juga dibuktikan dengan peningkatan kekuatan dan massa otot pada, maupun bagi -orang dewasa dan remaja dengan Cerebral Palsy untuk peningkatan kekuatan dan massa otot (Theis *et al.*, 2021) dan perbaikan *wasting* pada anak-anak yang diberi suplementasi leusin (Wamiti *et al.*, 2018). Leusin juga berfungsi mengurangi ekspresi penanda neuroinflamasi setelah cedera otak traumatis (Hegdekar *et al.*, 2021). Leusin merupakan AAE dengan konsentrasi tertinggi pada *U. lactuca*, yaitu sebesar $163,05 \pm 39,18$ mg/L. Namun, dari ketiga jenis *edible makroalga* *G. longissima* memiliki konsentrasi leusin ($289,74 \pm 18,37$ mg/L) lebih tinggi daripada *S. aquifolium* dan *U. lactuca*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Farid *et al.* (2013) & Rasyid *et al.* (2019) bahwa *Gracilaria* pada umumnya memiliki leusin yang tinggi, seperti pada *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (9,37 g/kg) dan *G. verrucosa* dari Jepara (704 ppm). Sementara itu kandungan asam amino leusin dari ketiga makroalga dari penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan dari sumber leusin yang diperoleh dari tanaman misalnya kedelai, semangka dan timun yakni antara (42 - 47,17 mg/Kg) (Corleto *et al.*, 2019; Song *et al.*, 2013).

Formatted: Font: Not Italic

Selain asam amino leusin, fenilalanin ($304,69 \pm 7,69$ mg/L) merupakan AAE yang paling banyak ditemukan pada *G. longissima*. Hasil serupa juga ditemukan pada *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan ($7,52$ g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat ($17,94$ mg/g) (Lumbessy et al., 2019; Rasyid et al., 2019). Kandungan ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan fenilalanin pada *S. aquifolium* ($117,85 \pm 13,69$ mg/L) dan *U. lactuca* ($161,68 \pm 20,20$ mg/L). Fenilalanin berfungsi sebagai prekursor asam amino tirosin. Fenilalanin dan tirosin berperan dalam biosintesis dopamine, prekursor dari noradrenaline dan adrenaline berperan pada biosintesis dopamine, noradrenaline, dan adrenaline, adalah catecholamine (hormon atau neurotransmitter) yang diproduksi oleh otak sebagai respon terhadap stress fisik dan fisiologis. Oleh karena itu, fenilalanin digunakan untuk mengatasi depresi, rheumatoid arthritis, osteoarthritis, multiple sclerosis, Parkinson's disease, dan attention deficit-hyperactivity disorder (Akram et al., 2020). Selain itu, fenilalanin juga berperan dalam peningkatan produksi hormon tiroksin (Afifudin et al., 2014) yang untuk peningkatan berfungsi pada metabolisme basal dan pengaturan suhu tubuh (Afifudin et al., 2014; Byrd-Bredbenner et al., 2019). Peningkatan jumlah hormon tiroid menyebabkan peningkatan metabolisme basal. Sebaliknya, kondisi hipotiroid dengan produksi hormon tiroid yang rendah menurunkan metabolisme basal tubuh. Selain itu, ketika asupan energi tubuh berkurang, produksi dan sekresi akan berkurang untuk memperlambat metabolisme basal dan menjaga berat badan (Byrd-Bredbenner et al., 2019). Genus Gracilaria pada umumnya memiliki fenilalanin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan ($7,52$ g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat ($17,94$ mg/g) (Lumbessy et al., 2019; Rasyid et al., 2019). Demikian juga asam amino fenilalanin pada edible makroalga ini memiliki kandungan yang lebih tinggi dibandingkan pada kedelai (35 mg/L), jus semangka ($77,17$ mg/L), jus timun ($55,00$ mg/L), jus seledri ($45,98$ mg/L) (Corleto et al., 2019; Song et al., 2013).

Konsentrasi asam amino esensial AAE arginin yang dimiliki pada *G. longissima* sebesar (235,47 ± 11,12 mg/L) juga lebih banyak dibandingkan dengan dua makroalga lainnya. AAE arginin adalah asam amino yang penting karena berfungsi dalam meningkatkan produksi hormon pertumbuhan, meningkatkan kesuburan pria (Purwaningsih *et al.*, 2013), membantu penyembuhan luka, berperan dalam respon metabolik, dan imunitas (Morris *et al.*, 2017; Utari *et al.*, 2011) melalui pembentukan nitrat oksida (NO) dari arginin yang membantu sintesis kolagen pada luka. NO juga berperan dalam metabolisme glukosa, asam lemak, dan asam amino. Nitrat oksida meningkatkan penggunaan glukosa dan oksidasi asam lemak pada otot, jantung, hati, dan jaringan lemak, menurunkan sintesis glukosa dan glikogen, serta menstimulasi pelepasan insulin. Genus *Gracilaria* pada umumnya memiliki kandungan arginin tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (6,95g/kg) dan *G. verrucosa* dari Jepara (0,65g/L) (Farid *et al.*, 2013; Rasyid *et al.*, 2019). Kandungan arginin ketiga makroalga penelitian ini lebih unggul dibandingkan pada jus timun (108,10 mg/L) dan jus seledri (30,34 mg/L) (Corleto *et al.*, 2019).

G. longissima, *S. aquifolium*, dan *U. lactuca* mengandung *Branched-chain amino acids* (BCAAs), yaitu leusin, isoleusin, dan valin. Kadar BCAAs pada *G. longissima* lebih tinggi dibandingkan dua rumput laut lainnya, dengan kadar valin sebesar 232,67 ± 11,64 mg/L dan kadar isoleusin 193,35 ± 7,72 mg/L. BCAAs memiliki efek penghematan protein atau *protein-sparing effect* pada masa pemulihan (*recovery*) setelah olahraga sehingga kerusakan otot dapat dikontrol dan diminimalkan (Kim *et al.*, 2013), serta dapat memperbaiki fungsi hati pada pasien dengan gangguan liver (Shu *et al.*, 2014). Genus *Gracilaria* pada umumnya memiliki isoleusin dan valin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan sekitar (5,83-6,38 g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat sekitar (19,85-22,00 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Pada penelitian Corleto *et al.* (2019) diketahui bahwa konsentrasi isoleusin pada beberapa buah jus semangka, jus timun, jus seledri berkisar (43,11-62,83 mg/L) lebih

Commented [AAA22]: Kalimat terlalu Panjang, perlu lebih focus dalam menulis pembahasan, sehingga kalimat lebih singkat

Commented [M.23R22]: Sudah dibuat lebih singkat

rendah dibandingkan leusin makroalga penelitian. Demikian pula valin ketiga jus semangka, jus timun, jus seledri berkisar (31,73–54,48 mg/L) lebih rendah dibandingkan ketiga makroalga dalam penelitian ini.

Commented [AAA24]: Perlu penjelasan lebih lanjut dari penulis untuk frasa ini?

Tidak banyak ditemukan AAE yang mengandung sulfur pada ketiga jenis *seaweed* ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cysteine tidak terdeteksi pada ketiga jenis *seaweed* ini, sedangkan *S. longissima* dan *U. lactuca* memiliki methionine dengan konsentrasi yang kecil. Methionine dapat ditemukan dalam jumlah yang lebih banyak pada sumber pangan hewani. Methionine berperan besar dalam fungsi normal sel dan juga merupakan prekursor cysteine yang digunakan untuk membentuk beberapa molekul penting seperti glutathione (antioksidan yang diproduksi alami di dalam tubuh) yang mencegah pembentukan plak pada pembuluh darah (Sena *et al.*, 2013) dan taurine yang membantu keseimbangan elektrolit di dalam tubuh (Ripps & Shen, 2012). Menariknya, beberapa penelitian menunjukkan bahwa diet yang rendah kadar metionin dapat menghambat pertumbuhan sel kanker (Cavuoto & Fenech, 2012). Genus *Gracilaria* seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan mengandung metionin (0,68 mg/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat mengandung metionin (16,11 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Menarik bahwa *S. aquifolium* dan *U. lactuca* memiliki kandungan metionin lebih tinggi dibandingkan pada jus semangka (30,01 mg/L), jus timun (15,40 mg/L), jus seledri (15,45 mg/L) (Corleto *et al.*, 2019).

Ketiga makroalga ini juga mengandung H-lisin yang memiliki fungsi penting dalam pertumbuhan sel normal dan metabolisme (Yang *et al.*, 2016) dan treonin yang penting dalam pemeliharaan mukosa usus (Mao *et al.*, 2011). Selain itu, ditemukan juga tirosin yang berperan sebagai antioksidan yang tinggi terhadap radikal peroksil (Matsui *et al.*, 2018). Diketahui juga bahwa lisin bersama prolin dan vitamin C dapat membentuk kolagen dan menurunkan kadar trigliserida darah. Selain itu lisin merupakan asam amino memiliki fungsi sebagai prekursor pembentukan karnitin, yang merupakan perangsang proses beta oksidasi dalam tubuh, sehingga

kadar kolesterol dan lemak dalam tubuh rendah, menurunkan kadar trigliserida darah yang berlebihan. Kekurangan lisin dapat mengakibatkan tubuh mudah lelah, anemia, sulit konsentrasi, rambut rontok, pertumbuhan terhambat, dan kelainan reproduksi (Chasanah *et al.*, 2015; Purwaningsih *et al.*, 2013). Ketiga makroalga tersebut memiliki asam amino tersebut sebesar $127,10 \pm 19,15$ mg/L untuk *S. aquifolium*, $73,70 \pm 16,77$ mg/L pada *U. lactuca* dan pada *G. longissima* sebesar $154,12 \pm 12,20$ mg/L. Konsentrasi masing-masing menunjukkan perbedaan yang bervariasi. Hal ini memang juga sangat memungkinkan karena adanya perbedaan faktor lingkungan dan umur pertumbuhannya. Genus *Gracilaria* seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan memiliki kandungan lisin tinggi (3,55 mg/kg) dan *G. verrucosa* dari Jepara diketahui mengandung lisin (498 mg/kg) (Farid *et al.*, 2013; Rasyid *et al.*, 2019). Keunggulan kandungan lisin ketiga makroalga hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan jus semangka (45,31 mg/L), jus timun (41,61 mg/L), jus seledri (42,89 mg/L) (Corleto *et al.*, 2019).

Asam amino treonin berfungsi penting dalam pemeliharaan mukosa usus. Dalam kondisi patologis seperti ileitis dan sepsis, threonin dimungkinkan dapat mempertahankan morfologi dan fisiologi usus (Mao *et al.*, 2011). Genus *Gracilaria* pada umumnya memiliki treonin dan tirosin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (7,34 g/kg dan 2,152 g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat (22,51 mg/g dan 17,40 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Kadar treonin ketiga makroalga lebih tinggi dibandingkan beberapa buah seperti kedelai (47 mg/kg), jus semangka (26,55 mg/L), jus timun (37,97 mg/L), jus seledri (37,64 mg/L) (Corleto *et al.*, 2019; Song *et al.*, 2013).

Tirosin berperan sebagai antioksidan yang tinggi terhadap radikal peroksid. Peptida yang mengandung tirosin menunjukkan aktivitas yang berbeda terhadap *reactive oxygen species* (ROS) dan/atau *reactive nitrogen species* (RNS) (Matsui *et al.*, 2018). Genus *Gracilaria* pada umumnya memiliki tirosin yang tinggi, seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan (2,152

g/kg) dan *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat (17,40 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Demikian pula tirosin ketiga makroalga lebih tinggi dibandingkan beberapa buah seperti kedelai (19 mg/kg), jus semangka (18,52 mg/L), jus timun (14,61 mg/L), jus seledri (12,03 mg/L) (Corleto *et al.*, 2019; Song *et al.*, 2013).

Asam amino hHistidin yang juga berfungsi sebagai antioksidan hanya dijumpai pada *S. aquifolium* sebesar (50,21 mg/L). Suplementasi histidin dapat menghambat kerusakan oksidatif oleh paparan Cu di usus (Jiang *et al.*, 2016; Kopec *et al.*, 2020).

~~Histidin memiliki fungsi antioksidan. Suplementasi histidin dapat menghambat kerusakan oksidatif oleh paparan Cu di usus (Jiang *et al.*, 2016; Kopec *et al.*, 2020). Genus *Gracilaria* seperti *G. gracilis* dari perairan Sulawesi Selatan memiliki kandungan histidin tinggi (0,93 g/kg). *G. salicornia* dari Nusa Tenggara Barat memiliki kandungan histidin (22,92 mg/g) (Lumbessy *et al.*, 2019; Rasyid *et al.*, 2019). Corleto *et al.* (2019) dalam penelitiannya terhadap jus timun dan jus seledri mendapatkan kandungan histidin (34–35 mg/L). Sehingga histidin *G. gracilis* lebih tinggi dibandingkan jus timun dan jus seledri tersebut.~~

Asam amino pencetus rasa umami (*Ummami enhancer*)

Asam amino non esensial yang dimiliki oleh ketiga makroalga yang diteliti akan difokuskan pada kandungan asam glutamat dan asam aspartat. Dari hasil pengujian didapatkan pada *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima* menunjukkan kadar asam amino asam aspartat yang tinggi yaitu $303,67 \pm 52,09$ mg/L; $274,60 \pm 50,14$; $435,57 \pm 25,81$ mg/L, sementara asam glutamat sebesar $400,27 \pm 62,27$ mg/L; $240,33 \pm 44,87$ mg/L dan $430,83 \pm 19,44$ mg/L. Konsentrasi tersebut jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan jenis yang lain misalnya pada penelitian Farid *et al.* (2013) diketahui *Gracilaria verrucosa* memiliki kadar Asam glutamat kurang dari 0,02 ppm atau 0,02 mg/kg), namun bila dibandingkan dengan *Gracilaria gracilis* baik asam aspartat maupun asam glutamat ternyata lebih lebih kecil (Rasyid *et al.*, 2019). Hasil

penelitian Kazir *et al.* (2018) menunjukkan bahwa kadar asam aspartat *Ulva* sp dan *Gracilaria* sp dari Haifa, Israel yaitu 16,11% dan 12,81%. Kadar asam glutamat *Ulva* sp dan *Gracilaria* sp yaitu 12 % dan 13%. Peng *et al.* (2013) melaporkan bahwa kandungan asam aspartat *Sargassum naozhouense* sebesar 8,39 g/100 g protein, glutamic acid 13,21 g/100 g protein.

Keberadaan asam glutamat dan asam aspartat pada makroalga dengan konsentrasi tinggi akan menjadi bahan yang dipertimbangkan dalam pengembangan *flavor enhancer* terutama umami atau produk dengan karakteristik berbasis tanaman, seperti pada *plant-based meat product* (Cofrades S *et al.*, 2017). Produk-produk tersebut dapat menjawab kebutuhan para vegetarian yang terus meningkat seiring kebutuhan akan makanan sehat. Selain kandungan gizi lainnya, tingginya konsentrasi asam aspartat dan asam glutamat ternyata berperan memberikan *flavor* dan *taste* pada makroalga (Mohd Rosni *et al.*, 2015), sedangkan menurut Mišurcová *et al.* (2013), Asam aspartat, Asam glutamat bersama Alanin dan Glisin berperan sebagai komponen utama *flavor* pada makroalga. Dengan bahan yang memiliki *flavor* dan *taste* ini, dapat pula memberikan rasa umami dalam produk makanan (Pangestuti & Kim, 2015; Yaich *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Hasil analisis terhadap ketiga *edible macroalgae* yang diteliti menunjukkan kadar protein yang kecil yakni antara 3-4 % ~~_, namun semuanya memiliki asam amino yang mendekati lengkap atau komplit.~~ Jenis asam amino yang teridentifikasi terdiri dari AAE dan AANE. Ada 8 sampai 10 jenis AAE dan 6 jenis AANE yang dapat ditemukan di ketiga *edible macroalgae* tersebut. Konsentrasi total asam amino AAE untuk *S.aquifolium* sebesar 1218,25 ± 98,29 mg/L, *U. lactuca* 883±120,42 mg/L dan *G. longissima* 1726 ± 42,55 mg/L.

Dari aspek jenis dan konsentrasi asam amino AAE yang dimiliki oleh ketiga *edible macroalgae*, dapat menjadi sumber zat gizi dengan kualitas yang tinggi dan sumber pangan

Commented [AAA25]: Seharusnya kesimpulan menjawab tujuan

Commented [RP26R25]: Terimakasih reviewnya.

Kesimpulan telah diperbaiki untuk memastikan bahwa kesimpulan tersebut menjawab tujuan penelitian.

Kalimat tujuan telah tertulis di bagian alinea terakhir dari Penduluan. Sbb : Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi protein dan jenis asam aminonya dari tiga makroalga yang dikonsumsi yakni *S. aquifolium*, *U. lactuca*, *G. longissima*, serta mengidentifikasi kemungkinan potensi pengembangannya berdasarkan jenis asam amino yang teridentifikasi.

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut maka, kesimpulan yang disampaikan telah menjawab tujuan dengan perbaikan kalimat.

Alinea 1: menjawab tujuan pertama (mengetahui konsentrasi protein ketiga karoalga) dan tujuan kedua (mengetahui konsentrasi dan jenis asam amino)

Alinea 2 : menjawab tujuan ketiga (mengidentifikasi kemungkinan potensi pengembangan berdasarkan jenis asam amino yang teridentifikasi).

Terimakasih

Formatted: Indent: First line: 1,27 cm

fungsional potensial. ~~Asam amino non esensial (AANE) khususnya asam glutamat dan asam aspartat memiliki konsentrasi yang tinggi ditemukan di ketiga semua makroalga. Berdasarkan besaran konsentrasi kedua asam amino tersebut dimungkinkan memiliki potensi untuk pengembangan lebih lanjut menjadi produk-produk pangan berbasis alga tanaman dengan karakter flavor dan taste umami.~~

~~Asam amino non esensial (AANE) khususnya asam glutamat dan asam aspartat memiliki konsentrasi yang tinggi ditemukan di semua makroalga. Berdasarkan besaran konsentrasi kedua asam amino tersebut dimungkinkan memiliki potensi untuk pengembangan lebih lanjut menjadi produk-produk pangan berbasis tanaman dengan karakter flavor dan taste.~~

Formatted: Indent: First line: 0 cm

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan atas Hibah Penelitian Strategis Nasional Institusi, Ristekdikti, Tahun 2019, No. SK 010/L6/AK/SP2H.1/PENELITIAN/2019

~~no kontrak????.~~

Commented [P27]: Sudah ditambahkan, sekaligus memperbaiki tahun yang semula 2018 menjadi 2019.

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

Formatted: Strikethrough

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, M., Daniyal, M., Ali, A., Zainab, R., Muhammad Ali Shah, S., Munir, N., & Mahmood Tahir, I. (2020). Role of Phenylalanine and Its Metabolites in Health and Neurological Disorders. *Synucleins - Biochemistry and Role in Diseases*, 1–13. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83648>
- Afifudin, I. K., Suseno, S. H., & Jacob, A. M. (2014). Profil Asam Lemak Dan Asam Amino Gonad Bulu Babi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 60–70. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i1.8138>

Bradford, M. M. (1976). *A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding* (Vol. 254). Academic Press. Inc.

Byrd-Bredbenner, C., Moe, G., Berning, J. & Kelley, D., 2019. *Wardlaw's Perspectives in Nutrition: A Functional Approach*. 2 ed. NY: McGraw-Hill Education.

Cavuoto, P., & Fenech, M. F. (2012). A review of methionine dependency and the role of methionine restriction in cancer growth control and life-span extension. *Cancer treatment reviews*, 38(6), 726–736. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2012.01.004>

Chan, P. T., & Matanjun, P. (2016). Chemical Composition and Physicochemical Properties of Tropical Red Seaweed, *Gracilaria changii*. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.066>

Chasanah, E., Nurilmala, M., Purnamasari, A. R., & Fithriani, D. (2015). Komposisi Kimia, Kadar Albumin dan Bioaktivitas Ekstrak Protein Ikan Gabus (*Channa striata*) Alam dan Hasil Budidaya Chemical Composition, Albumin Content and Bioactivity of Crude Protein Extract of Native and Cultured *Channa striata*. *JPB Kelautan Dan Perikanan*, 10(2), 123–132. <https://bbp4b.litbang.kkp.go.id/jurnal-jpbkp/index.php/jpbkp/article/view/364>

Cofrades S., J. Benedi, A. Garcimartin, F.J. Sanchez-MUniz, F. Jimenez-Colmenero. (2017). A Comprehensive approach to formulation of seaweed enriched meat product: From technological development to assessment of healthy properties. *J of ..vol. 99, pat 3, 1084-1094*. <https://doi.org/10.1016/J.foodres.2016.06.029>

Corleto, K. A., Singh, J., Jayaprakasha, G. K., & Patil, B. S. (2019). A sensitive HPLC-FLD method combined with multivariate analysis for the determination of amino acids in L-citrulline rich vegetables. *Journal of Food and Drug Analysis*, 27(3), 717–728. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.04.001>

- Debbarma, J., Madhusudana Rao, B., Narasimha Murthy, L., Mathew, S., Venkateshwarlu, G., & Ravishankar, C. N. (2016). Nutritional profiling of the edible seaweeds *Gracilaria edulis*, *Ulva lactuca* and *Sargassum* sp. *Indian Journal of Fisheries*, *63*(3), 81–87.
<https://doi.org/10.21077/ijf.2016.63.3.60073-11>
- Diachanty, S., Nurjanah, & Abdullah, A. (2017). Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput laut coklat dari perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Ikan Indonesia*, *20*(2), 305–318.
- Farid, W., Ibrahim, R., Dewi, E. N., Susanto, E., & Amalia, U. (2013). PROFIL RUMPUT LAUT *Caulerpa racemosa* DAN *Gracilaria verrucosa* SEBAGAI EDIBLE FOOD (*Caulerpa racemosa* and *Gracilaria verrucosa* Profile as Edible Foods). *Jurnal Saintek Perikanan*, *9*(1), 68–74–74. <https://doi.org/10.14710/ijfst.9.1.p>
- Gazali, M., Nurjanah, N., & Zamani, N. P. (2018). Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Coklat *Sargassum* sp. Agardh sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, *21*(1), 167. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Hardouin, K., Burlot, A. S., Umami, A., Tanniou, A., Stiger-Pouvreau, V., Widowati, I., Bedoux, G., & Bourgougnon, N. (2014). Biochemical and antiviral activities of enzymatic hydrolysates from different invasive French seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, *26*(2), 1029–1042. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0201-6>
- Harnedy, P. A., & Richard, J. F. (2011). Bioactive Proteins, Peptides, and Amino Acids From Macroalgae. *Phycological Society of America*, *232*, 218–232.
<https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2011.00969.x>
- Hegdekar, N., Lipinski, M. M., & Sarkar, C. (2021). N-Acetyl-l-leucine improves functional recovery and attenuates cortical cell death and neuroinflammation after traumatic brain injury in mice. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88693-8>

- Jacob, A. M., Asnita, L., & Lingga, B. (2012). Karakteristik Protein dan Asam Amino (Portunus pelagicus) Akibat Pengukusan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(2). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v15i2.6207>
- Jiang, W. D., Qu, B., Feng, L., Jiang, J., Kuang, S. Y., Wu, P., Tang, L., Tang, W. N., Zhang, Y. A., Zhou, X. Q., & Liu, Y. (2016). Histidine prevents Cu-induced oxidative stress and the associated decreases in mRNA from encoding tight junction proteins in the intestine of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *PLoS ONE*, 11(6), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157001>
- Kadam, S. U., Álvarez, C., Tiwari, B. K., & Donnell, C. P. O. (2015). Extraction of biomolecules from seaweeds. In *Seaweed Sustainability*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418697-2/00009-X>
- Kazir, M., Abuhassira, Y., Robin, A., Nahor, O., & Luo, J. (2018). Extraction of proteins from two marine macroalgae, *Ulva* sp. and *Gracilaria* sp., for food application, and evaluating digestibility, amino acid composition and antioxidant properties of the protein concentrates. *Food Hydrocolloids*. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.047>
- Kim, D.-H., Kim, S.-H., Jeong, W.-S., & Lee, H.-Y. (2013). Effect of BCAA intake during endurance exercises on fatigue substances, muscle damage substances, and energy metabolism substances. *Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry*, 17(4), 169–180. <https://doi.org/10.5717/jenb.2013.17.4.169>
- Kopec, W., Jamroz, D., Wiliczkiwicz, A., Biazik, E., Pudlo, A., Korzeniowska, M., Hikawczuk, T., & Skiba, T. (2020). Antioxidative characteristics of chicken breast meat and blood after diet supplementation with carnosine, l-histidine, and β -alanine. *Antioxidants*, 9(11), 1–14. <https://doi.org/10.3390/antiox9111093>
- Lumbessy, S. Y., Andayani, S., Nursyam, H., & Firdaus, M. (2019). Biochemical study of amino acid profile of *kappaphycus alvarezii* and *gracilaria salicornia* seaweeds from

gerupuk waters, west nusa tenggara (NTB). *EurAsian Journal of BioSciences*, 13(1), 303–307.

- Manteu, S. H., Nurjanah, & Nurhayati, T. (2018). Karakteristik Rumput Laut Cokelat (Sargassum polycystum dan Padina minor) Dari Perairan Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jphpi*, 21(3), 396–405.
- Mao, X., Zeng, X., Qiao, S., Wu, G., & Li, D. (2011). Specific roles of threonine in intestinal mucosal integrity and barrier function. *Frontiers in Bioscience E3*, 6, 1298–1307.
- Matsui, R., Honda, R., Kanome, M., Hagiwara, A., Matsuda, Y., Togitani, T., Ikemoto, N., & Terashima, M. (2018). Designing antioxidant peptides based on the antioxidant properties of the amino acid side-chains. *Food Chemistry*, 245(November 2017), 750–755. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.119>
- McAllan, L., Cotter, P. D., Roche, H. M., Korpela, R., & Nilaweera, K. N. (2013). Impact of leucine on energy balance. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 69(1), 155–163. <https://doi.org/10.1007/s13105-012-0170-2>
- Mišurcová, L., Buňka, F., Vávra Ambrožová, J., Machů, L., Samek, D., & Kráčmar, S. (2014). Amino acid composition of algal products and its contribution to RDI. *Food Chemistry*, 151, 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.040>
- Mohd Rosni, S., Faisal, A., Azwan, A., Chye, F. Y., & Matanjun, P. (2015). Crude proteins, total soluble proteins, total phenolic contents and SDS-PAGE profile of fifteen varieties of seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *International Food Research Journal*, 22(4), 1483–1493.
- Morris, C. R., Hamilton-Reeves, J., Martindale, R. G., Sarav, M., & Ochoa Gautier, J. B. (2017). Acquired Amino Acid Deficiencies: A Focus on Arginine and Glutamine. *Nutrition in Clinical Practice*, 32(1_suppl), 30S-47S. <https://doi.org/10.1177/0884533617691250>

- Nufus, C., Nurjanah, & Abdullah, A. (2017). Karakteristik Rumput Laut Hijau dari Perairan Kepulauan Seribu dan Sekotong Nusa Tenggara Barat Sebagai Antioksidan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 620–632.
- Pangestuti, R., & Kim, S. (2015). Seaweed proteins, peptides, and amino acids. In *Seaweed Sustainability*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418697-2/00006-4>
- Peng, Y., Xie, E., Zheng, K., Fredimoses, M., Yang, X., Zhou, X., Wang, Y., Yang, B., Lin, X., Liu, J., & Liu, Y. (2013). Nutritional and chemical composition and antiviral activity of cultivated seaweed sargassum naozhouense Tseng et Lu. *Marine Drugs*, 11(1), 20–32. <https://doi.org/10.3390/md11010020>
- Pratama, R. I., Rostini, I., & Rochima, E. (2018). Profil Asam Amino, Asam Lemak dan Komponen Volatil Ikan Gurame Segar (*Osphronemus gouramy*) dan Kukus. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 219. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.22842>
- Purwaningsih, S., & Deskawati, E. (2020). Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut *Gracilaria* sp. Asal Banten: In *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* (Vol. 23, Issue 3). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.32808>
- Purwaningsih, S., Salamah, E., & Apriyana, G. P. (2013). Profil Protein dan Asam Amino Keong Ipong-Ipong (*Fasciolaria salmo*) pada Pengolahan yang Berbeda. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 8(1), 77. <https://doi.org/10.25182/jgp.2013.8.1.77-82>
- Rasyid, A., Ardiansyah, A., & Pangestuti, R. (2019). Nutrient Composition of Dried Seaweed *Gracilaria gracilis*. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 24(1), 1. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.24.1.1-6>
- Ripps, H., & Shen, W. (2012). Review: Taurine: A “very essential” amino acid. *Molecular Vision*, 18(August), 2673–2686.
- Rohman, Abdul, M.Si., Apt dan Prof. Dr. Ibnu Gholib Gandjar, DEA., Apt. 2007. Metode

Kromatografi Untuk Analisis Makanan BAB III hal. 43-75. Yogyakarta.

Seca, A. M. L., & Pinto, D. C. G. A. (2018). Overview on the antihypertensive and anti-obesity effects of secondary metabolites from seaweeds. *Marine Drugs*, 16(7).

<https://doi.org/10.3390/md16070237>

Sena, C. M., Pereira, A. M., & Seica, R. (2013). Endothelial dysfunction - A major mediator of diabetic vascular disease. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, 1832(12), 2216–2231. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2013.08.006>

Shu X, Kang K, Zhong J, et al. [Meta-analysis of branched chain amino acid-enriched nutrition to improve hepatic function in patients undergoing hepatic operation]. *Zhonghua gan Zang Bing za zhi = Zhonghua Ganzangbing Zazhi = Chinese Journal of Hepatology*. 2014 Jan;22(1):43-47. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-3418.2014.01.010.

Song, J., Liu, C., Li, D., & Gu, Z. (2013). Evaluation of sugar, free amino acid, and organic acid compositions of different varieties of vegetable soybean (*Glycine max* [L.] Merr). *Industrial Crops and Products*, 50, 743–749.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.064>

Theis, N., Brown, M. A., Wood, P., & Waldron, M. (2021). Leucine Supplementation Increases Muscle Strength and Volume, Reduces Inflammation, and Affects Wellbeing in Adults and Adolescents with Cerebral Palsy. *Journal of Nutrition*, 151(1), 59–64.

<https://doi.org/10.1093/jn/nxaa006>

Utari, D. M., Rimbawan, R., Riyadi, H., Muhilal, M., & Purwastyastuti, P. (2011). Potensi Asam Amino pada Tempe untuk Memperbaiki Profil Lipid dan Diabetes Mellitus. *Kesmas: National Public Health Journal*, 5(4), 166.

<https://doi.org/10.21109/kesmas.v5i4.137>

Vieira, E. F., Soares, C., Machado, S., Correia, M., Ramalhosa, M.J., Oliva-teles, M. T., Paula Carvalho, A., Domingues, V. F., Antunes, F., Oliveira, T. A. C., Morais, S., & Delerue-

Matos, C. (2018). Seaweeds from the Portuguese coast as a source of proteinaceous material: Total and free amino acid composition profile. *Food Chemistry*, 269(April), 264–275. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.145>

Wamiti, J., Kogi-makau, W., Ngala, S., & Ephraim, F. (2018). *SM Gr up SM Journal of Food and Nutritional Disorders Effectiveness of Leucine Supplementation in the Management of Moderate Wasting in Children*. 4(1), 1–7.

Waters. 2012. Acquity UPLC H-Class and H-Class Bio Amino Acid Analysis System Guide.

Yaich, H., Garna, H., Besbes, S., Paquot, M., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Chemical composition and functional properties of *Ulva lactuca* seaweed collected in Tunisia. *Food Chemistry*, 128(4), 895–901. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.114>

Yang, Q. Q., Zhang, C. Q., Chan, M. L., Zhao, D. S., Chen, J. Z., Wang, Q., Li, Q. F., Yu, H. X., Gu, M. H., Sun, S. S. M., & Liu, Q. Q. (2016). Biofortification of rice with the essential amino acid lysine: Molecular characterization, nutritional evaluation, and field performance. *Journal of Experimental Botany*, 67(14), 4285–4296. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw209>