

## Potensi Peptida Bioaktif pada Pangan Fungsional sebagai Antiobesitas

Ambarani Kurnia Pertiwi<sup>1</sup>, Andri Yatman<sup>2</sup>, Mia Karmeliana Putri<sup>3</sup>, Tsaniyah Raihani  
Kartikaratri<sup>4</sup>, Distya Riski Hapsari<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, [B.2210904@unida.ac.id](mailto:B.2210904@unida.ac.id)

<sup>2</sup>Teknologi pangan, Universitas Djuanda, [B.2210211@unida.ac.id](mailto:B.2210211@unida.ac.id)

<sup>3</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, [B.2210036@unida.ac.id](mailto:B.2210036@unida.ac.id)

<sup>4</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, [B.2310656@unida.ac.id](mailto:B.2310656@unida.ac.id)

<sup>5</sup>Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, [distya.rizki@unida.ac.id](mailto:distya.rizki@unida.ac.id)

---

---

### ABSTRAK

Senyawa bioaktif memiliki mekanisme kerja yang kompleks dalam tubuh, termasuk kemampuan untuk menghambat enzim terkait metabolisme glukosa, meningkatkan insulin, dan mengikat asam empedu. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap lebih lanjut bagaimana senyawa-senyawa ini berinteraksi dengan system metabolisme tubuh dan memberikan manfaat bagi individu obesitas. Peptida bioaktif merupakan fragmen protein yang memiliki efek positif terhadap fungsi, kondisi, dan Kesehatan tubuh. Jenis peptida ini tersedia secara alami dalam tubuh dan dapat disintesis pada proses proteolisis melalui mekanisme reaksi *in vitro*, fermentasi, serta pemecahan saat makanan dicerna. Tujuan penelitian ini mengetahui bagaimana potensi peptida bioaktif pada pangan fungsional sebagai antiobesitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa obesitas memiliki dampak terhadap kesehatan yang berpotensi menimbulkan kanker, gangguan kecerdasan dan percepatan proses penuaan. Peptida bioaktif memiliki potensi sebagai antiinflamasi, antidiabetes, antihiperlipidemia, dan immunoregulator, yang termasuk sebagai anti obesitas. Obesitas merupakan masalah Kesehatan global yang serius. Dengan kandungan senyawa bioaktifnya, menawarkan potensi sebagai agen terapeutik alami untuk mengatasi obesitas. Penelitian ini memberikan bukti ilmiah awal tentang efektivitas senyawa bioaktif Whey Kefir Susu Kambing (Whey-KSK), Kedelai Hitam, Ekstrak Kembang Telang, dan Rumput Laut dalam memperbaiki profil metabolisme pada individu obesitas. Temuan ini membuka jalan bagi pengembangan produk-produk fungsional berbasis produk pangan untuk mencegah dan pengobatan obesitas.

**Kata Kunci:** Obesitas, Senyawa Bioaktif, Whey Kefir Susu Kambing, Kedelai Hitam, Ekstrak Kembang Telang, Rumput Laut

## PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan tahun 2018, peningkatan prevalensi obesitas pada penduduk Indonesia berusia > 18 tahun dari 15,4% (2013) menjadi 21,8% (2018). Selain itu data Riskesdas juga menunjukkan peningkatan prevalensi obesitas sentral pada penduduk berusia > 15 tahun dari 26,6% (2013) menjadi 31,0% (2018). Bukan hanya di Indonesia, obesitas mulai menjadi masalah kesehatan di seluruh dunia, bahkan WHO menyatakan bahwa obesitas merupakan suatu epidemi global yang harus segera ditangani (Mauliza, 2018).

Menurut WHO, obesitas adalah penumpukan lemak yang berlebihan akibat ketidakseimbangan asupan energi dengan energi yang digunakan. Dampak obesitas terhadap kesehatan diantaranya adalah resistensi insulin, berpotensi menimbulkan kanker, gangguan kecerdasan dan percepatan proses penuaan (Budyono et al, 2022). Selain berdampak terhadap kesehatan, penyakit ini juga mengakibatkan masalah sosial dan ekonomi seperti biaya tatalaksana obesitas, biaya kerugian sosial dan personal, dan biaya tidak langsung oleh karena berkurangnya produktivitas (KEMENKES, 2022).

Penyakit degeneratif ini dapat disebabkan oleh banyak faktor, satu di antaranya adalah pola makan yang tidak sehat. Selain karena ketidaksesuaian nutrisi terhadap keperluan gizi harian, pangan yang dikonsumsi tidak memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan. Dewasa ini, perkembangan dunia pangan telah sampai pada pangan fungsional, yaitu pangan yang bernutrisi juga bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu manfaat dari pangan fungsional adalah sebagai antiobesitas.

Peptida bioaktif didefinisikan sebagai fragmen protein yang memiliki efek positif terhadap fungsi, kondisi, dan kesehatan tubuh. Peptida bioaktif umumnya terdiri dari 2 hingga 20 residu asam amino dengan bobot 0,4-2 kDa (Zaky et al, 2022 dalam Rusydan et al, 2024). Jenis peptida ini tersedia secara alami dalam tubuh, juga dapat disintesis pada proses proteolisis melalui mekanisme reaksi in vitro, fermentasi, maupun pemecahan saat makanan dicerna (Bhat et al, 2015 dalam Rusydan et al, 2024).

Pada beberapa penelitian terakhir, hasil riset menunjukkan bahwa peptida bioaktif memiliki potensi sebagai antiinflamasi, antidiabetes, antihiperlipidemia imunoregulator, sitoregulator, aktivitas opioid, termasuk sebagai antiobesitas (Jia et al 2021 dalam Rusydan et al, 2024). Seiring berjalannya waktu, penelitian terkait potensi pangan fungsional yang mengandung peptida bioaktif akan terus berkembang, mengingat manfaat besar yang dimiliki oleh peptida tersebut khususnya dalam kesehatan dan gizi. Pada studi pustaka ini akan dijelaskan beberapa pangan fungsional yang mengandung peptida bioaktif serta mekanisme dan perannya sebagai antiobesitas.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini berjenis deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai suatu keadaan yang menjadi fokus penelitian berdasarkan data-data yang ditemukan sesuai dengan analisis yang dilakukan peneliti. Pendekatan kualitatif adalah pendekatan penelitian yang menggunakan model analisis induktif untuk mengkaji pokok permasalahan yang diteliti. Penelitian deskriptif kualitatif digunakan untuk mengkaji dan merumuskan strategi reformasi perpajakan yang dapat diterapkan oleh pemerintah dalam menyambut era digital. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang dikumpulkan melalui studi literatur. Pengumpulan data dilaksanakan dalam dua tahapan, yaitu menelusuri dan mengumpulkan literatur yang relevans dengan topik

penelitian ini, serta menentukan kategori dan menganalisis relevan dengan topic penelitian ini, serta menentukan kategori dan menganalisis relevansi dari literatur tersebut dengan topik penelitian ini. Analisis menggunakan teknik kualitatif dengan tahapan analisis terdiri dari data, reduksi data, dan kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Whey Kefir Susu Kambing (Whey-KSK)

Penelitian terkait potensi peptida bioaktif sebagai antiobesitas dilakukan oleh Hati et al (2022). Metode penelitian dilakukan melalui pendekatan farmakologis secara eksperimental. Sel model adiposit 3T3-L1 *mouse* digunakan sebagai materi eksperimen. Kelompok penelitian terdiri dari kelompok kontrol negatif berupa kultur sel tanpa perlakuan, kontrol positif berupa kultur sel dengan induksi DMI (Dexamethasone ,3-isobutyl-1-metilxantin-IBMX, Insulin), kontrol perlakuan berupa kultur sel dengan induksi DMI dan penambahan whey-KSK dengan konsentrasi 25  $\mu\text{g/mL}$ , 50  $\mu\text{g/mL}$ , 75  $\mu\text{g/mL}$ , dan 100  $\mu\text{g/mL}$  berturut-turut.

Whey KSK dipilih sebagai produk pangan yang akan dievaluasi kemampuan aktivitas antiobesitasnya karena pangan olahan ini merupakan produk turunan susu kambing yang mengandung komponen bioaktif. Berdasarkan literatur yang dikaji oleh peneliti, whey-KSK mengandung komponen bioaktif seperti oligopeptida, peptida, asam laktat, polisakarida, protein, asam asetat, eksopolisakarida,  $\alpha$ -glukan, dan enzim  $\beta$ -galaktosidase.

Dari beberapa analisis yang dilakukan, pemberian whey-KSK 75  $\mu\text{g/mL}$  dan 100  $\mu\text{g/mL}$  dapat menurunkan kadar trigliserida di jaringan adiposa sebesar 46.39-55.10%. Kandungan triptofan dalam whey-KSK memiliki kemampuan merubah serotonin dalam darah sehingga dapat merangsang sekresi insulin, meningkatkan lipogenesis, dan mengurangi lipolisis. Triptofan dapat menghambat produksi serotonin sehingga memiliki kemampuan sebagai antiobesitas.

Pada analisis pemberian whey-KSK terhadap kadar kolesterol total menggunakan metode *enzymatic colormetry-end point test*, pemberian whey-KSK dengan konsentrasi 25-100 µg/mL pada sel adiposit dapat menurunkan TC sebesar 10.42-61.12%. Protein yang terkandung dalam susu kambing sebagai bahan baku pembuatan whey-KSK memiliki kemampuan dalam mengatur metabolisme glukosa. Hidrolisat protein susu dapat secara signifikan mengurangi glukosa plasma sehingga kadar kolesterol total dapat turun.

Pada analisis pengaruh pemberian whey-KSK terhadap PEPCK (Phosphoenol pyruvate Carboxykinase) menggunakan metode *enzymatic colormetry-end point test*, hasil yang diperoleh adalah pemberian whey-KSK menunjukkan penghambatan sebesar 56.81%-84.09% terhadap aktivitas PEPCK. Kaitan antara obesitas dengan PEPCK ini adalah ketika aktivitasnya tinggi, maka akan terjadi reesterifikasi asam lemak, penurunan asam lemak bebas, peningkatan sensitivitas insulin, yang akhirnya berujung pada terjadinya obesitas.

### **Kedelai Hitam (Glycine Soja L. merit)**

Pada penelitian ini akan dilakukan hidrolisis kedelai hitam menggunakan enzim papain dan optimasi proses hidrolisis dengan variasi konsentrasi enzim yang berbeda, sehingga diharapkan akan diperoleh hasil peptida bioaktif hidrolisat kedelai hitam sebagai antidiabetes yang belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya dengan derajat hidrolisis yang tinggi. Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini dirancang untuk mengeksplorasi potensi kedelai hitam sebagai sumber peptida bioaktif antidiabetes melalui proses hidrolisis enzimatik. Sebelum dilakukan hidrolisis, kedelai hitam mengalami proses defatting menggunakan heksana untuk menghilangkan lemak, diikuti dengan homogenisasi untuk memecah struktur sel dan mempermudah akses enzim terhadap protein.

Hidrolisis protein dilakukan dengan menggunakan enzim papain, yang dipilih karena kemampuannya dalam memecah protein menjadi peptida yang lebih kecil. Variasi konsentrasi enzim papain (0,5%; 1%; dan 5%) dan waktu inkubasi (0, 1, 2, 3, dan 4 jam) diterapkan untuk menentukan kondisi optimum hidrolisis. Setelah proses hidrolisis, derajat hidrolisis (%DH) diukur untuk mengevaluasi efisiensi proses tersebut. Selanjutnya, analisis aktivitas antidiabetes dilakukan melalui uji inhibisi  $\alpha$ -glucosidase menggunakan substrat  $\alpha$ -nitrofenil- $\alpha$ -D-glukopiranosida, dengan akarbose sebagai kontrol positif. Uji ini bertujuan untuk menilai kemampuan peptida yang dihasilkan dalam menghambat enzim yang berperan dalam pencernaan karbohidrat, yang merupakan salah satu mekanisme penting dalam pengelolaan diabetes.

Setelah hidrolisis, analisis lebih lanjut dilakukan menggunakan SDS-PAGE (sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis) untuk memvisualisasikan profil peptida yang dihasilkan berdasarkan ukuran molekul. Metode ini untuk mengidentifikasi dan memisahkan peptida berdasarkan berat molekulnya, sehingga dapat menentukan fraksi mana yang memiliki aktivitas antidiabetes tertinggi. Selain itu, pemisahan peptida bioaktif dilakukan menggunakan kromatografi gel filtrasi, yang memisahkan protein berdasarkan perbedaan bobot molekul, dengan menggunakan gel Sephadex G-15 sebagai fase diam dan larutan PBS sebagai fase gerak.

Dari penelitian ini menunjukkan potensi besar kedelai hitam sebagai sumber peptida bioaktif yang dapat digunakan dalam pengembangan pangan fungsional, khususnya untuk pengelolaan diabetes. Proses isolasi protein kedelai hitam dilakukan melalui metode defatting menggunakan heksana, diikuti dengan homogenisasi. Dari 100 gram kedelai hitam, diperoleh rendemen protein kasar sebanyak 73 gram, yang menunjukkan efisiensi tinggi dalam proses isolasi. Setelah proses freeze-dry, rendemen akhir isolat protein yang diperoleh adalah 10,41%. Hasil

ini menunjukkan bahwa kedelai hitam memiliki kandungan protein yang signifikan, yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam penelitian dan aplikasi industri.

Selanjutnya, penelitian ini juga mengeksplorasi aktivitas antidiabetes dari peptida bioaktif yang dihasilkan melalui hidrolisis enzim papain. Melalui variasi konsentrasi enzim dan waktu inkubasi, kondisi optimum hidrolisis ditemukan pada konsentrasi enzim 5% (v/v) dan waktu inkubasi selama 3 jam, dengan derajat hidrolisis (%DH) mencapai 4,05%. Analisis menggunakan SDS-PAGE menunjukkan adanya pita-pita tebal protein hidrolisat di bawah 30 kDa, yang mengindikasikan bahwa hidrolisis berhasil menghasilkan peptida dengan ukuran yang lebih kecil, yang umumnya memiliki aktivitas biologis yang lebih tinggi.

Uji aktivitas antidiabetes menunjukkan bahwa hidrolisat protein kedelai hitam memiliki kemampuan penghambatan  $\alpha$ -glucosidase sebesar 84,428% pada fraksi peptida bioaktif dengan bobot molekul 1593,36 Da. Hasil ini menunjukkan bahwa peptida yang dihasilkan tidak hanya memiliki potensi sebagai sumber protein, tetapi juga sebagai agen antidiabetes yang efektif. Penelitian ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa peptida bioaktif dari sumber nabati dapat berkontribusi dalam pengelolaan diabetes, dan hasil yang diperoleh dari kedelai hitam menunjukkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan penghambatan yang lebih rendah pada sumber lain.

### **Potensi dan Efektivitas Farmakologi Ekstrak Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.)**

Hasil dan pembahasan Potensi dan Efektivitas Farmakologi Ekstrak Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai Suplemen Antidiabetes

#### Potensi Antidiabetes secara In Vitro

- Ekstrak kembang telang menunjukkan aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase dan  $\alpha$ -amilase, yang penting untuk mengontrol kadar gula darah.

- Senyawa bioaktif utama yang berkontribusi meliputi flavonoid, polifenol, dan antosianin, yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi.
- Aktivitas ekstrak juga meliputi penghambatan pembentukan produk akhir glikasi (Advanced Glycation End Products/AGEs), yang relevan dalam mencegah kerusakan jaringan akibat diabetes.

#### Potensi Antidiabetes secara In Vivo

- Pemberian ekstrak bunga telang sebanyak 150 mg/kg berat badan selama 21 hari pada tikus menurunkan kadar glukosa darah hingga 61%, hampir setara dengan obat antidiabetes seperti metformin dan glibenklamid.
- Fraksi etil asetat dan n-heksana memiliki efek antidiabetes yang signifikan dibandingkan fraksi air.
- Ekstrak daun juga menunjukkan efek menurunkan gula darah, melindungi sel-sel  $\beta$  pankreas, dan meningkatkan sensitivitas insulin.

#### Rumput Laut

Penelitian senyawa bioaktif yang terkandung pada Rumput Laut dalam mengatasi obesitas dengan strategi gizi dalam mempertahankan kontrol glikemik dapat dilakukan dengan mengurangi asupan karbohidrat, mengonsumsi karbohidrat dengan *glykemic index* (GI) dan *glycemic load* (GL) rendah, serta meningkatkan asupan serat. Serat pangan dapat mereduksi difusi glukosa darah, mengurangi pemecahan glukosa yang dilakukan oleh enzim *amylase* dan dapat memperpanjang waktu absorpsi karbohidrat sehingga dapat menurunkan peningkatan kadar glukosa postprandial dan meningkatkan sensitivitas insulin dengan meningkatkan ekspresi *glucose transporter type 4* (GLUT-4) yang terutama dilakukan oleh jenis serat pangan yang tidak larut air.

Peranan senyawa bioaktif yang berasal dari tumbuhan telah menjadi salah satu strategi gizi dalam kontrol glikemik secara alami. Pangan nabati yang mengandung komponen bioaktif seperti fenolik yang memiliki fungsi perlindungan terhadap

kesehatan yang dapat dipengaruhi oleh pola makan dan gaya hidup termasuk diabetes tipe 2. Senyawa fenolik bioaktif alami dari tumbuhan telah menunjukkan aktivitasnya dalam kontrol glikemik. Salah satu tumbuhan dengan berbagai kandungan senyawa bioaktif di alam adalah rumput laut yang memiliki efek pada kesehatan khususnya respon glukosa darah.

Nutrisi bioaktif dan kandungannya yang terdapat pada rumput laut berdasarkan klasifikasi taksonomi dan pigmen warnanya, rumput laut dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok yaitu rumput laut merah (*Rhodophyta*), rumput laut coklat (*Phaeophyta*), dan rumput laut hijau (*Chlorophyta*). pigmen dasar yang terkandung adalah klorofil, karotenoid, fisikoliprotein. Rumput laut memiliki kandungan kalori yang rendah tetapi tinggi vitamin dan mineral, asam lemak tak jenuh ganda, serta senyawa polifenol, karotenoid, karbohidrat (polisakarida) dan protein.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa rumput laut memiliki kandungan lipid yang rendah, namun senyawa ini dapat dikatakan sebagai sumber asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) termasuk omega-3 rantai panjang. Asam lemak seperti linoleat, asam *eicosapentaenoic* dan asam *docosahexaenoic* telah dianggap sebagai modulator penting dalam mengurangi resiko kanker dan penyakit kardiovaskular. PUFA omega-3 sebagian besar terdapat dalam bentuk teresterifikasi dalam lipid polar, terutama sebagai glikolipid dan fosfolipid.

Rumput laut dianggap sebagai makanan sehat berkualitas tinggi karena mengandung senyawa bioaktif yang beragam dengan menunjukkan berbagai efek biologis yang bermanfaat. Diantara molekul bioaktif yang dapat mempengaruhi respon glukosa darah dan dapat mempengaruhi respon glukosa darah dan dapat digunakan untuk mencegah diabetes melitus tipe 2 pada individu obesitas.

Dari tinjauan literatur ini dapat diketahui bagaimana peran dan jumlah komponen bioaktif yang terkandung pada berbagai jenis rumput laut terhadap respon glukosa individu obesitas. Namun sifat fungsional rumput laut hijau masih

belum banyak dieksplorasi, dan senyawa bioaktifnya perlu dikarakterisasikan lebih lanjut agar pemanfaatannya lebih efisien. Secara khusus, mekanisme spesifik yang mendasari aktivitas biologis dan hubungan antar struktur-aktivitas polisakarida perlu diselidiki lebih lanjut harus dilakukan mengenai mekanisme yang mendalam dari senyawa bioaktif tertentu dari rumput laut terhadap kesehatan.

## **KESIMPULAN**

Penelitian terkait potensi senyawa peptida bioaktif pada pangan fungsional yang terkandung dalam produk whey kefir susu kambing, rumput laut, kedelai hitam, dan ekstrak kembang telang terbukti memiliki efek antiobesitas yang dapat meminimalisasi potensi terjadinya penyakit obesitas. Whey kefir susu kambing dipilih sebagai produk pangan antiobesitas karena merupakan turunan susu kambing yang mengandung komponen bioaktif serta dapat menurunkan kadar trigliserida jaringan adiposa. Kedelai hitam memiliki kandungan protein yang signifikan dan sebagai sumber peptida bioaktif serta dapat digunakan dalam pengembangan pangan fungsional, khususnya untuk pengelola diabetes yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam penelitian dan aplikasi industri. Pada ekstrak kembang telang menunjukkan aktivasi penghambatan enzim glukosidase dan amilase yang dapat mengontrol kadar gula darah, dengan adanya kandungan senyawa bioaktif utama yang berkontribusi meliputi flavonoid, polifenol, dan antosianin yang memiliki antioksidan tinggi. Ekstrak daun juga memiliki manfaat untuk menurunkan gula darah dan melindungi sel-sel pankreas dan meningkatkan sensitivitas insulin. Dengan adanya kandungan senyawa bioaktif yang ada didalam rumput laut dapat mempengaruhi respon glukosa dalam darah dan dapat mencegah diabetes pada individu obesitas. rumput laut memiliki manfaat dalam mengontrol glikemik secara alami yang mengandung komponen bioaktif seperti fenolik berfungsi dalam perlindungan terhadap kesehatan.

## **REFERENSI**

Almutairi MG, Aldubayan K, Molla H. Effect of seaweed (*Ecklonia cava* extract) on blood glucose and insulin level on prediabetic patients: A double-blind

- randomized controlled trial. *Food Sci Nutr.* 2022;11(2):983–90. doi: 10.1002/fsn3.3133
- Bhat, Z. F., Kumar, S., & Bhat, H. F. (2015). Bioactive peptides of animal origin: a review. *Journal of food science and technology*, 52, 5377-5392.
- Budyono, C., Lestarini, I. A., Wedayani, N., Yuliani, E. A., & Partiw, S. (2022). Edukasi tentang Faktor Risiko, serta Bahaya Obesitas pada Pandemi Covid 19 di Poli Penyakit Dalam Rumah Sakit Akademik Universitas Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(3), 219-222.
- Castro-Acosta ML, Stone SG, Mok JE, Mhajan RK, Fu CI, Lenihan-Geels GN, et al. Apple and blackcurrant polyphenol-rich drinks decrease postprandial glucose, insulin and incretin response to a high-carbohydrate meal in healthy men and women. *J Nutrient Biochemical.* 2017;49:53–62.
- Cherry P, O'hara C, Magee PJ, Mcorley EM, Allsopp PJ. Risks and benefits of consuming edible seaweeds. *Nutr Rev.* 2019;77(5):307–29. doi: 10.1093/nutrit/nuy06636.
- Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P) Kementerian Kesehatan RI. 2022. Factsheet “Ayo Bersatu Kita Cegah dan Obati Obesitas”. Diakses pada 21 November 2024.
- Gómez-Hernández A, Beneit N, DíazCastroverde S, Escribano Ó. Differential Role of Adipose Tissues in Obesity and Related, Metabolic and Vascular Complications. *Endocrinol.* 2016;(1216783):1–15. doi: 10.1155/2016/1216783.
- Ford H, Frost G. Session 3 (Joint with the British Dietetic Association): Management of obesity: Glycaemic index, appetite and body weight. *Proc Nutr Soc.* 2010;69(2):199–203. doi: 10.1017/S0029665110000091.
- Hati, D. L., Andarini, S., Handayani, D., Rosyidi, D., & Radiati, L. E. (2022). Potensi Whey Kefir Susu Kambing Sebagai Anti Obesitas Melalui Penghambatan Sintesis Lipid dan Aktivitas Phosphoenolpyruvate Carboxykinase (PEPCK) pada Sel Model Adiposit 3T3-L1. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 9(2).

- Hamed I, Özogul F, Özogul Y, Regenstein JM. Marine Bioactive Compounds and Their Health Benefits: A Review. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2015;14(4):446–65. doi:10.1111/1541-4337.12136.
- Jia, L., Wang, L., Liu, C., Liang, Y., & Lin, Q. (2021). Bioactive peptides from foods: production, function, and application. *Food & Function*, 12(16), 7108-7125.
- Mauliza, M. (2018). Obesitas Dan Pengaruhnya Terhadap Kardiovaskular. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh*, 4(2), 89-98.
- Mishra A, Jha S. In vitro postprandial glucose lowering effects of dietary fibers isolated from tamarindus indica and cassia fistula seeds. Vol. 6, *American Journal of Food Technology*. 2011. p. 435–40. doi: 10.3923/ajft.2011.435.440
- Olsson J, Toth GB, Albers E. Biochemical composition of red, green and brown seaweeds on the Swedish west coast. *J Appl Phycol.* 2020;32(5):3305–17. doi: 10.1007/s10811-020-02145-w
- Pérez MJ, Falqué E, Domínguez H. Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Mar Drugs.* 2016;14(3):1–38. doi: 10.3390/md14030052.
- Rusydan, A. M., & Zulfaidah, N. T. (2024). Peptida Bioaktif: Menjelajahi Potensi Dan Tantangan Menuju Pangan Masa Depan. *Jurnal Farmasi SYIFA*, 2(2), 56-67.
- Shin HC, Kim SH, Park Y, Lee BH, Hwang HJ. Effects of 12-week oral supplementation of Ecklonia cava polyphenols on anthropometric and blood lipid parameters in overweight Korean individuals: A double-blind randomized clinical trial. *Phyther Res.*2012;26(3):363–8. doi: 10.1002/ptr.3559.
- Siew Ling H, Lim JY, Ong WT, Wong CL. Agar from Malaysian Red Seaweed as Pntial Material for Synsthesis of Bioplastic Film. *JEng Sci Technol.* 2016;(December):1–15.35.
- Usov AI. Polysaccharides of the red algae. 1<sup>st</sup> ed. Vol. 65, *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry.* Elsevier Inc.; 2011. 115–217 p. doi: 10.1016/B978-0-12-385520-6.00004-2.

- Winham DM, Hutchins AM, Thompson S V. Glycemic response to black beans and chickpeas as part of a rice meal: A randomized cross-over trial. *Nutrients*. 2017;9(10). doi: 10.3390/nu9101095
- Yalcin T, Al A, Rakicioğlu N. The effects of meal glycemic load on blood glucose levels of adults with different body mass indexes. *Indian J Endocrinol Metab*. 2017;21(1):71–5. doi: 10.4103/2230-8210.195995.
- Zaky, A. A., Simal-Gandara, J., Eun, J. B., Shim, J. H., & Abd El-Aty, A. M. (2022). Bioactivities, applications, safety, and health benefits of bioactive peptides from food and by-products: A review. *Frontiers in Nutrition*, 8, 815640.