

Evaluasi Potensi Jenis *Caulerpa* sebagai Agen Antidiabetik dan Sediaan Fortifikasi dalam Pangan

Potential Evaluation of the Caulerpa Species as Antidiabetic Agents and Food Fortification Preparations

Hipit Putri Apriasih*, Andri Nofreeana, dan Eric Armando

Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar,
Jl. Kapten Suparman No.39, Potrobangsari, Kota Magelang Jawa Tengah, 56116, Indonesia

*Korespondensi penulis : hipitputri1013@gmail.com

Diterima: 24 Mei 2023; Direvisi: 11 Oktober 2023; Disetujui: 11 Desember 2023

ABSTRAK

Makanan merupakan faktor yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah atau penyebab terjadinya penyakit diabetes mellitus (DM). DM dapat diobati dengan obat tradisional dari tumbuhan yang mengandung senyawa antidiabetik seperti flavonoid. Flavonoid tersebut berperan dalam menghambat kerja aktivitas enzim α -glukosidase. Apabila aktivitas enzim α -glukosidase terhambat maka peningkatan kadar glukosa darah juga akan terhambat. Senyawa flavonoid ada pada beberapa jenis *Caulerpa* sp. seperti *C. serrulata*, *C. racemosa*, dan *C. lentillifera*. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi antidiabetik pada tepung *C. serrulata*, *C. racemosa*, dan *C. lentillifera*. Pada penelitian ini tepung *Caulerpa* disubstitusikan dalam mie dan diujikan pada tikus. Parameter yang diujikan antara lain kadar glukosa darah, berat badan dan indeks glikemik. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 Faktorial dengan Faktor 1 adalah jenis *Caulerpa* dan Faktor 2 adalah besar dosis. Data kadar glukosa yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan sidik ragam (ANOVA) dengan taraf signifikan 5% dan apabila perlakuan terhadap variabel yang diamati menunjukkan perbedaan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) sedangkan analisis indeks glikemik ditentukan dengan membandingkan luas area di bawah kurva (*Area Under Curve* atau AUC) mie *Caulerpa* dan glukosa. Hasil analisis kadar glukosa darah menunjukkan perlakuan yang diberi tepung *Caulerpa* mengalami penurunan kadar glukosa darah pada tikus. Hasil terbaik penurunan kadar glukosa ditunjukkan pada perlakuan C1D2 (*C. serrulata* dosis 15%) dengan penurunan sebesar 44,58%. Perbedaan jenis *Caulerpa* tidak menunjukkan adanya beda nyata, sedangkan pada perlakuan dosis menunjukkan adanya beda nyata. Hasil analisis berat badan tikus menunjukkan adanya rata-rata mengalami penurunan. Sedangkan pada hasil uji indeks glikemik, nilai IG terkecil bernilai 37,9 pada perlakuan C3D1 (*C. lentillifera* dosis 10%).

Kata Kunci : antidiabetik, *Caulerpa*, indeks glikemik, Kadar glukosa darah

ABSTRACT

Food is a factor that can increase blood glucose levels or cause diabetes mellitus (DM). DM can be treated with traditional medicines from plants that contain anti-diabetic compounds such as flavonoids. These flavonoids play a role in inhibiting the activity of the α -glycosidase enzyme so that they can inhibit the increase in blood glucose levels. Flavonoid compounds exist in several types of *Caulerpa* sp. such as *C. serrulata*, *C. racemosa*, and *C. lentillifera*. The purpose of this study was to determine the antidiabetic potential of *C. serrulata*, *C. racemosa*, and *C. lentillifera* flour. In this study *Caulerpa* flour was substituted in noodles and tested on rats. Parameters tested included blood glucose levels, body weight and glycemic index. The method used was a 2-factorial completely randomized design (CRD) with factor 1 being *Caulerpa* type and factor 2 being dose size. The glucose level data obtained was analyzed statistically using variance (ANOVA) with a significance level of 5% and if the treatment of the observed variables showed differences then it was continued with the *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) while the glycemic index analysis was determined by comparing the area under curve (*Area Under Curve* or AUC) *Caulerpa* noodles and glucose. The results of the analysis of blood glucose levels showed that the treatment that was given *Caulerpa* flour experienced a decrease in blood glucose levels in rats. The best results for reducing glucose levels were shown in the C1D2 treatment (*C. serrulata* dose of 15%) with a decrease of 44.58%. The different types of *Caulerpa* did not show a significant difference, while the dose treatment showed a significant difference. The results of the analysis of the rats' body weight showed that the average had decreased. Whereas in the glycemic index test results, the smallest GI value was 37.9 in the C3D1 treatment (*C. lentillifera* dose of 10%).

Keywords: antidiabetic, *Caulerpa*, glycemic index, blood glucose levels

PENDAHULUAN

Pangan merupakan hal pokok dalam menunjang kehidupan. Hal ini dikarenakan nutrisi dalam tubuh diperoleh dari pangan yang dikonsumsi oleh makhluk hidup seperti manusia. Pangan atau makanan juga dapat mengganggu kesehatan apabila terlalu berlebihan atau tidak sesuai dengan porsinya. Menurut Susanti dan Difran (2018), peningkatan kadar glukosa darah dapat disebabkan karena pola makan 3J (Jadwal, Jumlah, dan Jenis) yang tidak tepat. Kondisi kadar glukosa dalam darah yang meningkat melebihi batas normal lebih sering dikenal dengan penyakit diabetes melitus (DM).

Penyakit diabetes melitus (DM) merupakan salah satu penyakit kronis yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah yang melebihi batas normal. Diabetes melitus digolongkan menjadi tipe 1, tipe 2 dan tipe gestasional (Mamay et al., 2023). DM tipe 1 disebabkan karena terdapat kerusakan sel β -pankreas sehingga produksi insulin tidak ada sama sekali, DM tipe 2 terjadi karena penurunan sekresi insulin yang rendah, sedangkan tipe gestasional ditandai dengan kenaikan glukosa darah selama masa kehamilan (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2020). Diantara 3 tipe DM tersebut, tipe yang paling sering dijumpai pada pasien DM adalah DM tipe 2. Hal ini dikarenakan DM tipe 2 erat kaitannya dengan gaya hidup dan pola makan.

Diabetes melitus (DM) sering diobati dengan obat-obatan sintesis yang digunakan secara oral maupun insulin. Mekanisme pengobatan DM adalah dengan penghambatan kerja dari enzim α -glukosidase (Aprina et al., 2020). Simanjuntak (2018) menjelaskan bahwa ada lebih dari 500 jenis tanaman diketahui memiliki aktivitas hipoglikemia karena mengandung senyawa antidiabetik seperti polisakarida, protein, flavonoid, alkaloid, steroid, dan terpenoid. Flavonoid dan fenolik memiliki senyawa dengan gugus fungsi hidroksil (OH) yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan asam amino spesifik di sisi aktif enzim sehingga memiliki aktivitas penghambatan kerja enzim α -amilase dan α -glukosidase (Anugrahini dan Arifah, 2021). Senyawa flavonoid merupakan salah satu senyawa yang terdapat dalam *Caulerpa*.

Caulerpa menjadi bahan yang berpotensi sebagai antidiabetik. *Caulerpa* mengandung flavonoid, saponin, fenol, tannin, flobatanin, asam amino, protein dan karbohidrat (Ragunath et al., 2020). Meskipun jenis *Caulerpa* masih belum banyak menarik peneliti, senyawa murni dari *Caulerpa* dapat digunakan sebagai antivirus, antimikroba, sitotoksik, imunostimulator, anti-obesitas, kardioprotektif, hepatoprotektif dan agen hipolipidemic (Rushdi et al., 2020).

Di wilayah perairan Indonesia, ada beberapa jenis *Caulerpa* yang tersebar. Jenis-jenis *Caulerpa* diantaranya adalah *C. racemosa*, *C. sertularoides*, *C. taxifolia*, *C. serrulata*, *C. lentillifera*, *C. peltata*, dan *C. cupressiodes* (Utami et al., 2021). Penggunaan makroalga *Caulerpa* dalam bidang pengobatan didasarkan pada aktivitas antioksidan di dalamnya, namun informasi terkait efek lain pada kesehatan masih jarang diketahui (Utami et al., 2021). Melihat potensinya di Indonesia, pemanfaatan *Caulerpa* perlu ditingkatkan kembali secara optimal dan dapat juga mengembangkannya menjadi fitofarmaka. Dua jenis *Caulerpa* sudah diteliti memiliki potensi sebagai antidiabetik, namun untuk jenis lain belum diketahui. Oleh karena itu penelitian mengenai aktivitas antidiabetik pada beberapa jenis *Caulerpa* perlu dilakukan untuk mengetahui jenis *Caulerpa* terbaik yang dapat digunakan sebagai antidiabetik.

Hasil penelitian mengenai aktivitas antidiabetik pada tepung *Caulerpa* diharapkan juga menjadi pertimbangan untuk mengaplikasikan menjadi pangan fungsional. Produk pangan fungsional dari tepung *Caulerpa* dapat dihasilkan dengan menjadikan tepung *Caulerpa* sebagai bahan fortifikasi dalam pangan. Produk yang dapat difortifikasi dengan tepung *Caulerpa* adalah mie. Mie merupakan salah satu jenis makanan yang digemari masyarakat. Berbagai varian rasa terus dikembangkan. Melihat potensi *Caulerpa* sebagai agen antidiabetik dapat menjadi peluang inovasi mie *Caulerpa* antidiabetik. Mengingat bahan utama untuk membuat mie adalah tepung terigu yang merupakan salah satu bahan yang harus diimport dari luar negeri, perlu adanya alternatif bahan lain. Alternatif bahan yang dapat digunakan untuk membuat mie adalah tepung mocaf.

Tepung mocaf merupakan tepung yang berbahan dasar dari singkong. Berbeda dengan tepung tapioka, tepung mocaf memiliki nutrisi yang lebih tinggi dan nilai indeks glikemik (IG) yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh pembuatan tepung mocaf tidak melalui proses fermentasi seperti tepung tapioka. Berbeda dengan tepung terigu yang bahan utamanya gandum, mocaf menjadi salah satu alternatif penggunaan tepung untuk membuat mie yang bahannya terdapat di Indonesia. Di Indonesia singkong merupakan sumber karbohidrat yang banyak di tanam oleh masyarakat (Hamidah et al., 2019). Penggunaan tepung mocaf sebagai alternatif pembuatan mie dapat mengurangi jumlah import tepung terigu ke Indonesia. Substitusi tepung mocaf dapat mengurangi penggunaan tepung terigu, dan fortifikasi tepung *Caulerpa* dalam mie akan meningkatkan nilai gizi didalamnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Yusasrini dan Mayun (2021) pada tikus dengan pemberian diet rumput laut menggunakan pakan yang diberi tepung *C. racemosa* sebesar 10% menunjukkan penurunan kadar glukosa dan kadar MDA (Malondialdehid) hati dan ginjal pada tikus. Kadar glukosa darah pada penderita diabetes dapat menurun hingga 24,2% jika mengkonsumsi tepung mocaf secara rutin kurang lebih selama 3 minggu (Kartikasari et al., 2023). Penggunaan tepung mocaf dalam mie sebagai bahan penelitian dilakukan berdasarkan penelitian Trisnawati dan Nisa (2015) dengan membuat mie kering yang tersubstitusi mocaf. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai IG dan aktivitas antidiabetik mie yang disubstitusi tepung *C. serrulata*, *C. racemosa*, dan *C. lentillifera* serta respon kadar glukosa darah pada tikus yang diberi pakan mie yang disubstitusi tepung *Caulerpa* dengan jenis dan dosis yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan antara lain *C. serrulata*, *C. racemosa*, *C. lentillifera*, tepung terigu (segitiga biru protein sedang), telur ayam broiler, garam, air, tikus wistar jantan berumur ± 3 bulan dengan berat 100-200 g, alkohol swab, sekam, pakan standar, Na.CMC 0,1% (Sigma-Aldrich), glukosa (Glucose anhydrous for biochemistry Reag. Ph Eur), dan strip glukosa (Autocheck). Sedangkan alat yang digunakan antara lain oven, syringe injeksi ukuran 1 ml, gelas beker ukuran 200 dan 100 ml, seperangkat kandang, sarung tangan karet, kain, sarung tangan lateks, wings needle, ayakan ukuran 32 mesh, blender, timbangan digital (Nenkai, 0,1 g), timbangan analitik (ChromTech, 0,01 g), glukometer (Autocheck), pencetak mie, spatula, dan mortal.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode susunan Rancangan Acak lengkap (RAL) 2 faktorial. Faktor ke 1(C) adalah jenis *Caulerpa* yaitu *C. serrulata* (C1), *C. racemosa* (C2), dan *C. lentillifera* (C3). Faktor ke 2(D) adalah pemberian dosis tepung *Caulerpa* yang berbeda yaitu dosis 0% (D0), 10% (D1) dan 15% (D2) dengan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali ulangan. Parameter yang diteliti adalah kadar glukosa darah, berat badan tikus dan indeks glikemik (IG).

Pembuatan tepung *Caulerpa* dan mie sampel

Caulerpa dibersihkan dengan air tawar lalu dijemur selama 1-2 hari untuk mengurangi kadar air di dalamnya. Langkah selanjutnya yaitu mengoven dengan suhu 50 °C selama 6 jam. Setelah *Caulerpa* kering, *Caulerpa* dihaluskan menggunakan blender kemudian mengayak *Caulerpa* dengan ayakan ukuran 32 mesh. Pembuatan mie sampel dilakukan dengan mencampur bahan seperti tepung mocaf, tepung terigu, kuning telur, garam, air dan tepung *Caulerpa* sesuai dengan dosis. Perbandingan tepung mocaf dan tepung terigu adalah 1:1, dengan dosis tepung *Caulerpa* adalah 0%, 10% dan 15% dari mie yang dibuat. Setelah adonan yang tercampur dan diaduk hingga kalis, kemudian mencetak adonan menggunakan pencetak mie, lalu dioven dengan suhu 50 °C selama 4 jam.

Uji kadar glukosa darah dan berat badan tikus sampel

Metode uji kadar glukosa yang digunakan berdasarkan penelitian Artanti (2019). Tikus diaklimatisasi selama 1 minggu dengan diberi pakan standar. Diakhir masa aklimatisasi, diambil data berat badan (BB) tikus awal yang ditimbang menggunakan timbangan digital dan dilakukan analisis kadar glukosa darah awal menggunakan



Gambar 1. (a) *C. serrulata* (Kader & Grevo, 2020), (b) *C. racemosa* (Kader & Grevo, 2020), (c) *C. lentillifera* (Estrada et al., 2020 dalam Wildajaya, 2022)

Figure 1. (a) *C. serrulata* (Kader & Grevo, 2020), (b) *C. racemosa* (Kader & Grevo, 2020), (c) *C. lentillifera* (Estrada et al., 2020 in Wildajaya, 2022)

glukometer. Pengambilan data BB tikus dilakukan dengan menempatkan tikus dalam wadah yang ada di timbangan digital. Angka yang muncul saat tikus ditimbang dicatat sebagai data berat badan tikus. Pengambilan ini dilakukan sebelum tikus diberi pakan perlakuan dan di akhir masa pemeliharaan. Sebelum mengambil data BB dan kadar glukosa darah, tikus dipuasakan 1 malam dengan tetap memberi air minum secara *ad libitum*. Tikus dibagi menjadi 3 kelompok dan diberi mie mocaf dengan dosis tepung *Caulerpa* yang berbeda. Tikus kelompok 1 diberi mie *C. serrulata* dengan dosis yang berbeda-beda, tikus kelompok 2 diberi mie *C. racemosa* dengan dosis yang berbeda-beda, dan tikus kelompok 3 diberi mie *C. lentillifera* dengan dosis yang berbeda-beda. Prosedur pengambilan sampel menggunakan metode stik dengan alat berupa glukometer (Autocheck). Kemudian data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan sidik ragam (ANOVA) dengan taraf signifikan 5% dan jika terdapat perbedaan pada perlakuan terhadap variabel yang diamati maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

Uji indeks glikemik (IG)

Pengambilan IG dilakukan setelah pengambilan data kadar glukosa tikus selesai dilakukan. Tikus diistirahatkan selama 1 minggu dengan diberi pakan standar. Sebelum pengambilan data, tikus dipuasakan selama 8 jam dengan tetap diberi minum. Kadar glukosa darah pada tikus setelah diberi mie *Caulerpa* pada menit ke 0, 30, 60, dan 120 digambarkan dalam grafik kadar glukosa darah. Sampel mie *Caulerpa* dibuat dengan menambahkan pengemulsi Na.CMC 0,1%. Analisis indeks glikemik

diperoleh dengan membandingkan luas area di bawah kurva (*Area Under Curve* atau AUC) mie *Caulerpa* dan glukosa. Hasil yang diperoleh kemudian dikalikan 100. Data yang diperoleh kemudian dikategorikan dengan nilai $IG \leq 55$ adalah kategori IG rendah, nilai $IG 55-69$ adalah kategori IG sedang, dan nilai $IG \geq 70$ adalah kategori nilai IG tinggi (Zain, 2017). Perhitungan nilai AUC masing-masing perlakuan dengan rumus sebagai berikut (Zain, 2017):

$$\text{Luas AUC}_{(t1-t0)} = \sum \left(\frac{a+b}{2} \times t \right)$$

$$\text{Luas AUC}_{(t2-t1)} = \sum \left(\frac{a+b}{2} \times t \right), \text{ dst}$$

$$\text{AUC Total} = \text{Luas AUC}_{(t1-t0)} + \text{Luas AUC}_{(t2-t1)} + \text{dst...}$$

Keterangan :

a dan b = dua sisi sejajar, yaitu kadar glukosa darah antar dua periode pengukuran (mg/dl)

t = tinggi, yaitu jarak periode pengukuran kadar glukosa darah

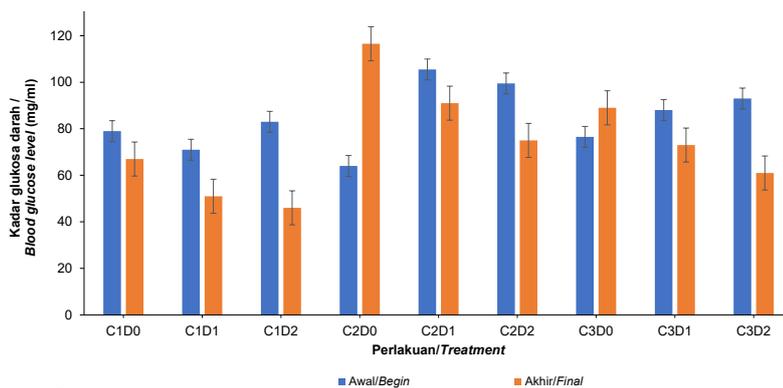
Rumus untuk memperoleh nilai IG adalah dengan cara membandingkan luas AUC mie *Caulerpa* dan glukosa dengan rumus sebagai berikut :

$$IG = (\text{AUC mie } Caulerpa) / (\text{AUC glukosa}) \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Glukosa Tikus

Berdasarkan Gambar 2. dapat diketahui bahwa pada setiap perlakuan penambahan *Caulerpa* mengalami penurunan sedangkan pada kontrol memiliki rata-rata penambahan kadar glukosa darah. Penurunan yang terjadi diduga karena



Gambar 2. Kadar glukosa tikus pada awal dan akhir pengamatan

Figure 2. Glucose levels of mice at the beginning and end of observation

Keterangan/Note :

C1D0= *C. serrulata* dosis 0%; C1D1= *C. serrulata* dosis 10%; C1D2= *C. serrulata* dosis 15%; C2D0= *C. racemosa* dosis 0%, C2D1= *C. racemosa* dosis 10%, C2D2= *C. racemosa* dosis 15%; C3D0= *C. lentillifera* dosis 0%; C3D1= *C. lentillifera* dosis 10%; dan C3D2= *C. lentillifera* dosis 15%/C1D0= *C. serrulata* dose 0%; C1D1= *C. serrulata* dose 10%; C1D2= *C. serrulata* dose 15%; C2D0= *C. racemosa* 0% dose, C2D1= *C. racemosa* 10% dose, C2D2= *C. racemosa* 15% dose; C3D0= *C. lentillifera* dose 0%; C3D1= *C. lentillifera* dose 10%; and C3D2= *C. lentillifera* dose 15%

dalam mie yang disubstitusi *Caulerpa* terdapat penambahan senyawa antidiabetik. Senyawa antidiabetik merupakan senyawa yang dapat mengatasi penyakit diabetes. Tumbuhan dapat memiliki aktivitas antidiabetik apabila terdapat senyawa metabolit sekunder. Golongan utama dari senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antidiabetik adalah steroid, flavonoid, alkaloid dan terpenoid (Yuningtyas et al., 2017). Rangunath et al. (2020) dalam Utami et al. (2021) menjelaskan bahwa kandungan dalam *Caulerpa* adalah alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, fenol, tannin, flobatanin, asam amino dan karbohidrat. Selain itu, *Caulerpa* juga memiliki metabolit sekunder yang disebut dengan caulerpenin (CYN), dimana caulerpenin memiliki aktivitas penghambatan α -amilase sehingga *Caulerpa* dapat digunakan sebagai agen antidiabetik dan antiobesitas (Sherly dan Asnani, 2016 dalam Ratri dan Nugroho, 2022). CYN dalam *Caulerpa* memiliki fungsi sebagai pertahanan diri dan memiliki aktivitas sitotoksik, antivirus, antriproliferatif, dan apoptosis (Ridhowati dan Asnani, 2016). Hasil penelitian Cengiz et al. (2010) menunjukkan CYN dapat menghambat enzim α -amilase dalam dosis tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga jenis *Caulerpa* memiliki potensi sebagai agen antidiabetik. Hal tersebut dibuktikan kadar glukosa darah pada tikus yang mengalami penurunan setelah diberi pakan mie perlakuan.

Hasil analisis pengaruh jenis dan dosis *Caulerpa* terhadap kadar glukosa darah tidak menunjukkan adanya interaksi atau saling bebas. Analisis interaksi kedua faktor tidak dilanjutkan karena tidak ada interaksi antara faktor jenis dan dosis. Berdasarkan analisis masing-masing faktor, pada faktor perbedaan jenis *Caulerpa* diketahui tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas penurunan kadar glukosa darah. Hal ini dapat diketahui dari besar nilai signifikansi C (perlakuan *Caulerpa*) memiliki hasil lebih besar (0,083) dari pada F tabel 5% (0,05). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh informasi bahwa ketiga jenis *Caulerpa* memiliki potensi sebagai agen antidiabetik. Penurunan kadar glukosa darah pada tikus diduga karena terdapat senyawa antidiabetik di dalam ketiga jenis *Caulerpa*. Mulyani et al. (2022) menjelaskan ekstrak etanol dari *Caulerpa* mengandung senyawa fenolik, tanin, steroid, flavonoid, alkaloid, dan saponin. Penghambatan enzim α -glukosidase dan enzim α -amilase oleh flavonoid menyebabkan tidak terjadinya peningkatan kadar glukosa dalam darah. Selain itu, flavonoid juga dapat melindungi kerusakan sel β yang memiliki peran dalam menghasilkan

insulin dan dapat meningkatkan sensitivitas insulin (Gaspersz et al., 2022).

Hasil penelitian yang menunjukkan adanya penurunan kadar glukosa darah, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yusasrini dan Mayun (2021) pada tikus dengan pemberian diet rumput laut menggunakan pakan yang diberi tepung *C. racemosa* menunjukkan terdapat penurunan kadar glukosa yang signifikan. Pada penelitian Yusasrini dan Mayun (2021) tersebut, pakan yang diberikan merupakan pakan standar tikus yang diberi tepung *C. racemosa*. Sedangkan penelitian ini dilakukan menggunakan mie mocaf yang difortifikasi dengan tepung *Caulerpa* dengan fokus membuat mie yang dapat dikonsumsi oleh manusia dan memiliki aktivitas antidiabetik. Kadar lemak pada tepung mocaf yang lebih rendah dan kadar serat yang lebih tinggi dari pada tepung terigu sehingga aman untuk penderita diabetes (Sari, 2017). Berdasarkan hasil analisis pengaruh, perlakuan beda jenis *Caulerpa* tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah. Cara mengetahui secara jelas mengenai pengaruh jenis *Caulerpa* terhadap kadar glukosa perlu dilakukan uji proksimat maupun uji biokimia pada mie mocaf yang difortifikasi tepung *Caulerpa*.

Hasil analisis perlakuan dosis menunjukkan adanya perbedaan nyata perlakuan, sehingga dilanjutkan dengan pengujian DMRT. Berdasarkan hasil uji DMRT diketahui bahwa antara perlakuan D0 dengan D1 dan D2 memiliki beda nyata, sedangkan antara D2 dan D3 tidak memiliki beda nyata. Adanya beda nyata antara D0 dengan D2 dan D3 diduga karena adanya penambahan *Caulerpa*. Penambahan *Caulerpa* dapat memberikan efek antidiabetik yang menyebabkan penurunan kadar glukosa darah. Flavonoid dalam *Caulerpa* memiliki senyawa metabolit sekunder yaitu caulerpin dan caulersin (Ridhowati dan Asnani, 2016). Ridhowati dan Asnani (2016) menjelaskan bahwa caulerpin yang dihasilkan dari *Caulerpa* memiliki aktivitas penghambatan kerja enzim α -amilase sehingga dapat digunakan sebagai antidiabetik.

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan terbaik yang dapat menurunkan kadar glukosa darah adalah pada perlakuan C1D2 yaitu substitusi *C. serrulata* dosis 15% dengan penurunan kadar glukosa darah sebesar 44,58%. Dugaan tersebut karena kandungan antidiabetik dalam *C. serrulata* lebih besar dari *C. racemosa* dan *C. lentillifera*. Utami et al. (2021) menjelaskan bahwa kandungan caulerpin dan caulersin dalam *C. racemosa* lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis *Caulerpa* yang lain.

Namun berdasarkan hasil uji DMRT jenis *Caulerpa* tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar glukosa darah. Walaupun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa *Caulerpa* memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional karena terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah. Pangan fungsional merupakan pangan yang memiliki fungsi atau manfaat tambahan selain memenuhi kebutuhan gizi sebagai pangan. Mie *Caulerpa* selain dapat menjadi sumber pangan, kandungan *Caulerpa* di dalamnya dapat bermanfaat dalam menurunkan kadar glukosa darah.

Hasil Pengukuran Berat Badan Tikus

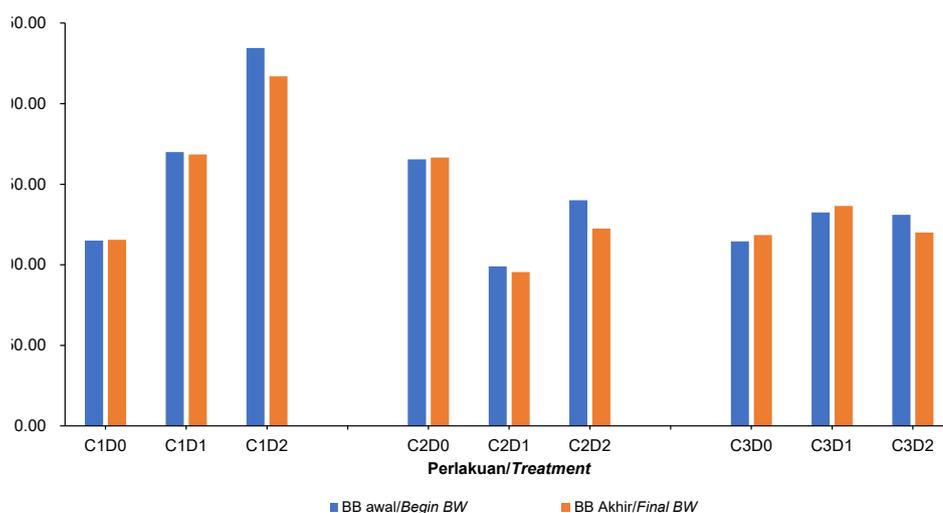
Data berat badan tikus pada Gambar 3. menunjukkan bahwa rata-rata terdapat penurunan berat badan tikus. Penurunan BB tikus terjadi karena dalam mie sampel terdapat penambahan kandungan serat dari *Caulerpa*. *Caulerpa* merupakan bahan pangan yang dapat digunakan untuk terapi diet bagi para penderita DM karena mengandung serat (Ditasari et al., 2022). Menurut Zaki et al. (2022), serat terdiri serat kasar dan serat makanan. Serat kasar terdapat dalam sayur-sayuran dan buah-buahan, sedangkan serat makanan banyak ditemukan pada makanan yang kaya akan sumber karbohidrat seperti kacang-kacangan, beras, kentang dan singkong. Serat dalam pangan dapat menyebabkan pencernaan makanan berlangsung lambat. Komponen dalam rumput laut adalah polisakarida yang memiliki rantai ikatan kompleks sehingga tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan sehingga digunakan sebagai serat pangan (Shalahuddin et al., 2019). Daya cerna polisakarida yang lambat juga dapat memperlambat

laju peningkatan glukosa darah. Lambatnya proses pencernaan dalam usus dapat memberikan rasa kenyang. Alsaffar (2011) dalam Shalahuddin et al. (2019) menjelaskan bahwa serat pangan larut dalam saluran pencernaan akan membentuk tekstur seperti gel sehingga memberikan rasa kenyang yang lebih lama dan kemunculan glukosa darah juga lebih lambat. Oleh karenanya makanan yang kaya akan serat sangat direkomendasikan untuk terapi diet.

Hasil Pengukuran Indeks Glikemik (IG)

Data hasil pengukuran indeks glikemik (IG) diperoleh dengan membandingkan luas AUC sampel dan luas AUC glukosa sebagai acuan. Adapun nilai IG dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa semakin tinggi dosis pada perlakuan maka IG akan semakin meningkat. Peningkatan dosis dalam setiap perlakuan yang diikuti dengan peningkatan nilai IG diduga terjadi karena adanya peningkatan karbohidrat didalamnya. Nilai IG menunjukkan kecepatan penyerapan makanan yang mempengaruhi kadar glukosa dalam tubuh. Glukosa dalam tubuh ini diperoleh dari proses penyederhanaan karbohidrat melalui proses pencernaan. Zain (2017) menjelaskan bahwa pangan yang memiliki IG rendah akan menyebabkan peningkatan kadar glukosa lambat dan bertahap karena karbohidrat yang terkandung didalamnya akan dipecah dan diabsorpsi secara lambat. Namun demikian, respon pada kecernaan bahan pangan memiliki respon yang berbeda-beda sehingga respon kadar glukosa juga berbeda. Pemahaman mengenai respon glikemik sangat



Gambar 3. Berat badan tikus di awal dan akhir pengamatan
 Figure 3. Body weight of rats at the beginning and end of the observation

Tabel 1. Kategori IG masing-masing perlakuan

Table 1. GI categories for each treatment

Perlakuan/ <i>Treatment</i>	Nilai Indeks Glikemik/ <i>Glycemic Index Value</i>	Kategori/ <i>Categories</i>
Glukosa/ <i>Glucose</i>	100	Tinggi/ <i>High</i>
Na.CMC/ <i>CMC-Na</i>	49.1	Rendah/ <i>Low</i>
C0D0	97.8	Tinggi/ <i>High</i>
C1D1	48.1	Rendah/ <i>Low</i>
C1D2	53.4	Rendah/ <i>Low</i>
C2D1	61.5	Sedang/ <i>Medium</i>
C2D2	81	Tinggi/ <i>High</i>
C3D1	37.9	Rendah/ <i>Low</i>
C3D2	63.2	Sedang/ <i>Medium</i>

diperlukan untuk penderita DM maupun bagi orang yang sehat untuk menghindari terjadinya DM. Respon indeks glikemik diartikan sebagai kondisi fisiologis seseorang setelah mengonsumsi pangan pada periode tertentu. Respon indeks glikemik memungkinkan terjadi karena karbohidrat dalam setiap tanaman dapat berbeda, bahkan apabila tanaman yang sama namun varietasnya berbeda maka respon glikemiknya akan berbeda pula.

Berdasarkan hasil analisis dalam Tabel 1. terdapat pengelompokan nilai IG dengan 3 kategori yaitu kategori IG rendah terdiri dari perlakuan C1D1, C1D2, dan C3D1, kategori IG sedang terdiri dari C2D1 dan C3D2, sedangkan kategori tinggi terdiri dari C0D0 dan C2D2. Perbedaan hasil ini diduga karena pada setiap varietas *Caulerpa* memiliki perbedaan jumlah kandungan nutrisi atau zat kimia yang mempengaruhi nilai IG. Perbedaan dari hasil pengukuran kadar IG dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kadar serat, perbandingan amilosa dan amilopektin, daya cerna pati, kadar lemak dan protein serta cara pengolahan (Abdullah et al., 2013). Hasil pengukuran IG yang telah dilakukan, peneliti menduga faktor yang berpengaruh pada peningkatan kadar glukosa pada setiap dosisnya adalah pada kandungan lemak dan protein didalamnya. Berdasarkan hasil literatur, setiap varietas *Caulerpa* memiliki kadar lemak dan protein yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata indeks glikemik terendah ada pada perlakuan C1, C3 kemudian C2. Berdasarkan hasil penelitian Nandakumaran et al. (2019), *C. serrulata* mengandung protein sebesar 8,3% dan lemak 6,7% pada *C. racemosa* mengandung protein sebesar

6,9% dan lemak sebesar 4,6% sedangkan pada *C. lentillifera*, Tapotubun et al. (2020) menjelaskan bahwa *C. lentillifera* mengandung kadar protein sebesar 7,55% dan kadar lemak sebesar 0,99%.

KESIMPULAN

Hasil analisis pengaruh jenis dan dosis tepung *Caulerpa* yang berbeda menunjukkan kedua faktor tersebut saling bebas. Perbedaan jenis *Caulerpa* tidak memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar glukosa, BB dan IG, namun pemberian dosis yang berbeda memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar glukosa, IG dan BB. Tepung *Caulerpa* yang disubstitusikan pada mie berpotensi sebagai agen antidiabetik. Secara keseluruhan, mie yang disubstitusi tepung *Caulerpa* menunjukkan hasil positif menurunkan kadar glukosa darah. Hasil uji berat badan tikus mengalami penurunan dan hasil nilai indeks glikemik rata-rata ada pada rentang rendah-sedang. Berdasarkan hasil analisis, perbedaan jenis *Caulerpa* tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar glukosa darah. Sedangkan pada perlakuan dosis memberikan pengaruh yang nyata pada penurunan kadar glukosa darah.

SARAN

Penelitian ini masih perlu dilakukan uji lanjutan seperti uji proksimat, uji biokimia dan mencari formulasi terbaik agar tekstur dan rasanya dapat diterima oleh masyarakat luas. Selain itu masih bisa juga dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan dosis tepung *Caulerpa* agar memperoleh hasil yang maksimal untuk menurunkan kadar glukosa darah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada PT. Indofood Makmur Tbk. dalam program Indofood Riset Nugraha (IRN) 2022-2023 yang telah mendukung dalam mendanai penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Agus, B., & Hoerudin. (2013). Nilai indeks glikemik produk pangan dan faktor-faktor yang memengaruhinya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 32(3), 91-99.
- Anugrahini, C. P. H. & Arifah, S. W. (2021). Narrative review: aktivitas antidiabetik tanaman tradisional di Pulau Jawa. *Pharmakon: Jurnal Farmasi Indonesia. Edisi Khusus (Rakerda-Seminar IAI Jateng)*, 20(1), 120-131.
- Aprina, A., Dewi, S., Rodhiansyah, D., Ani, H., Titi, A., dan Gustop, A. 2020. Pemanfaatan bahan alam untuk terapi penderita diabetes mellitus type II dan *Osteoarthritis Genu* di Desa Merak Batin dan Desa Muara Putih Natar Lampung Selatan. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 230– 243.
- Artanti, N. (2019). *Peran uji bioaktivitas untuk penelitian herbal dan bahan aktif untuk obat berbasis keanekaragaman hayati Indonesia*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 20 Agustus 2019, xi+59 hlm.
- Cengiz, S., L. Cavas, & K. Yurdakoc. (2010). Alpha-amylase inhibition kinetics by caulerpenyne. *Mediterranean Marine Science*, 93-103.
- Ditasari, U., Agung, G. S., & Reza, P. (2022). Efektivitas antihiperlikemia ekstrak etanol *Ulva* sp. dan *Sargassum* sp. pada mencit yang diinduksi sukrosa. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 7(4), Oktober-Desember 2022, 789-796.
- Gaspersz, N., Eirene G.F., & Anancy, R. N. (2022). Uji aktivitas penghambatan enzim α -amilase dan glukamilase dari ekstrak etanol daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 19 (2), 51-57.
- Hamidah, N., Riyanto, & Endang, T. U. (2019). Kualitas sensori, ukuran pori, indeks glikemik, dan beban glikemik roti tawar substitusi tepung singkong (*Manihot esculenta*) dan tepung tempe. *Media Gizi Indonesia*, 14(2), 154-63.
- Kader, I. H. & Grevo, S. G. (2020). Struktur morfologi jenis makro alga di Perairan Siko Kepulauan Gura Ici Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(2), 119-129 Desember 2020.
- Kartikasari, D., Desy, F. A. P., Desi, D. A., & Muhammad, R.W.P. 2023. "DIMSPIVES" (dimsum spinach leaves): Inovasi mikrobiologi pangan bagi penderita diabetes Mellitus. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(6), 2315-2323, Februari 2023.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Tetap produktif, cegah dan atasi diabetes mellitus. pusat data dan informasi Kementerian kesehatan RI. file:///C:/Users/Costumer/Downloads/Infodatn-2020-Diabetes-Mellitus .pdf* , 28 September 2022 (21:13 WIB)
- Mamay, M., Mar'atiningsih, L., Awaludin, A. A., & Rizkina, R. (2023). Studi korelasi kadar glukosa puasa dengan trigliserida pada penderita diabetes mellitus tipe 2. *Student Scientific Creativity Journal*, 1(1), 248-256.
- Mulyani, A., Warsidah, Mega, S.J.S., Sukal, M., Riza, L., & Ikha, S. (2022). Aktivitas penghambatan enzim alfa-glukosidase dan toksisitas dari ekstrak etanol rumput laut *Caulerpa. Barakuda 45: Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 4(2), 187-192.
- Nandakumaran, T., Anbalahan, N., Nivetha, S., Arunadevi, S., Revathi, P., & Subramanian, G. (2019). Studies on phytochemicals of marine algal species of a genus *Caulerpa* from gulf of mannar, coastal regions, India. *World Journal of Harmaceutical Research*, 8(10), 1731–1741.
- Ragunath, C., Yohannan Aron, S.K. Iwar, K., & Sruthi, R.. (2020). Phytochemical screening and gc-ms analysis of bioactive constituents in the methanolic extract of *Caulerpa racemosa* (Forssk.) J. Agardh and *Padina boergesenii* allender and kraft. *Current Applied Science and Technology*, 20(3), 380–393.
- Ratri, A.W.S., D. Puspita, & P. Nugroho. (2022). Formulasi beras analog kombinasi umbi garut (*Maranta arundinacea* L.) dan rumput laut (*Caulerpa* sp.) untuk memperkuat ketahanan pangan. *Prosiding KKIN 8* (2022), 95-100.
- Ridhowati, S. & Asnani. (2016). Potensi anggur laut kelompok *Caulerpa racemosa* sebagai kandidat sumber pangan fungsional indonesia. *Oseana*, XL1(4), 50 - 62.
- Rushdi, M. I., Iman A.M.A.R., Eman, Z.A., Wedad, M.A., Hani, S., Hashem, A.M., Elham, A., Hossam, M.H., & Usama, R.A. (2020). A Review on the diversity, chemical and pharmacological potential of the green algae genus *Caulerpa*. *South African Journal of Botany*, 132, August 2020, Pages 226-241.
- Sari, Y.M. 2017. Pengaruh cookies mocaf yang disubstitusi spirulina platensis terhadap perubahan kadar glukosa darah secara in vivo. *Thesis*, Unika Soegijapranata Semarang. 1- 77.
- Shalahuddin, D.S., Darmanto, Y. S., & Fahmi, A. S. (2019). Pengaruh penambahan gelatin dari sisik berbagai jenis ikan terhadap karakteristik beras analog berbasis tepung ganyong dan tepung *Caulerpa racemosa*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2), 56-66.
- Simanjuntak, H. A. (2018). Pemanfaatan tumbuhan obat diabetes mellitus di masyarakat etnis Simalungun Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan*, 5(1), 59-70.
- Susanti & Difran, N. B. (2018). Hubungan pola makan dengan kadar gula darah penderita diabetes mellitus. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 3(1).

- Tapotubun, A. M., Theodora E. A. A. M., Johan, R., Elizabeth, J. T., Eirene, G. F., Meigy, N. M., Welly, A. R., Beni, S., & Fredrik, R. (2020). Seaweed *Caulerpa* sp. position as functional food. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Scienc*, 517(1).
- Trisnawati, M. L. & Nisa F. C. (2015). Pengaruh penambahan konsentrat protein daun kelor dan karagenan terhadap kualitas mie kering tersubstitusi mocaf. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 237-247.
- Utami, T. P., Hanna, C., dan Miftah, I. 2021. Potensi Farmakologi Makroalga Genus *Caulerpa* bagi Pengembangan Obat Bahan Alam. *Jurnal Ilmiah Farmasi Attamru (JIFA)*, 2(2), 37-47.
- Wildajaya, R. (2022). Ekstraksi dan Amplifikasi DNA ganggang hijau (Chlorophyta) genera *Caulerpa* dan *Codium*. *Skripsi*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Yuningtyas S., Mariam S. & Nisa A., (2017). Aktivitas antihiperlikemia ekstrak air dan heksana daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 2(2), 70-76.
- Yusasrini, N. L. A. & Mayun I. D. G. P., (2021). Perubahan kadar malondialdehid hati dan ginjal tikus diabetik yang diberi diet rumput laut *Caulerpa racemosa*. *Scientific Journal of Food Technology*, 8(1), 09-17, Maret 2021.
- Zain, R. (2017). Penentuan indeks glikemik bonggol pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*), Kepok (*Musa paradisiaca* var. *Formatypica*) dan Raja (*Musa paradisiaca* var. *Raja*) terhadap hewan coba tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, 88hlm.
- Zaki, I., Tri, W.W., Tion, F.K., Windi, P.P., Isna K.S., & Adetya, S. (2022). Diet tinggi serat menurunkan berat badan pada obesitas. *Jurnal Gizi dan Kuliner (Journal Of Nutrition And Culinary)*, 2(2), 1-9.