

Full Paper**STUDI PENURUNAN GLUKOSA DARAH DIABET DENGAN
KONSUMSI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii*****STUDY OF REDUCING DIABETIC BLOOD GLUCOSE THROUGH CONSUMPTION OF
SEAWEED, *Eucheuma cottonii***Hardoko¹⁾**Abstract**

The purpose of this study was to observe the effect of *Eucheuma cottonii* consumption to the diabetic blood glucose level. Study on reducing blood glucose by consuming seaweed *E. cottonii* was conducted using male wistar rat (*Ratus norvegicus*). Rats were made to a hyperglycemic condition by aloxan injection before given ransom contains of 5, 10, 15, 20% (w/w) *E. cottonii*, standard ransom (negative control), and parental glibenklamid (positive control). The result showed that standard ransom was not able to reduce blood glucose from hyperglycemic to normal level, while ransoms with *E. cottonii* were able to do so. The higher *E. cottonii* seaweed level in the ransom had the higher capacity to decrease blood glucose level. The ransom with 20 and 15% *E. cottonii* were able to reduce blood glucose in 18 and 21 days, respectively. This treatment has the same ability as glibenklamid medicine which also reduced blood glucose to normal level in 18 days. Ransom with 5 and 10% *E. cottonii* were also able to reduce blood glucose level but the normal blood glucose level could not be achieved until 21st day.

Key words: blood glucose, *E. cottonii*, glibenklamid**Pengantar**

Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* termasuk dalam golongan algae atau rumput laut merah (*Rhodophyceae*). *Eucheuma* memiliki ciri umum berupa thallus (kerangka tubuh tanaman) bulat simetris atau pipih, berwarna merah atau merah coklat atau hijau kuning, bercabang dengan selang tidak teratur, memiliki benjolan-benjolan dan duri-duri (*spines*), dan subtansi thallus 'gelatinus' dan/atau 'cartilagenus' (Aslan, 1991). Rumput laut jenis *E. cottonii* ini banyak ditemukan di Indonesia terutama di Jawa Timur, Sulawesi (Tengah, Tenggara, Selatan), Bali, NTT, Maluku, dan Irian (Winarno, 1996).

Berdasarkan komposisi gizinya, Soegiarto *et al.* (1987) menyatakan bahwa rumput laut kering jenis *E. cottonii* mengandung air 13,9%, protein 2,69%, lemak 0,37%, mineral 17,9%, dan karbohidrat (*by difference*) 65,14%. Selanjutnya, Winarno (1996) menyatakan bahwa zat penting yang terkandung dalam *E. cottonii* adalah karagenan dengan kadar mencapai 61,59% (Suryaningrum *et al.*, 1988). Menurut Zatnika (1993) dan Winarno (1996), karagenan adalah senyawa kompleks polisakarida yang dibangun oleh sejumlah galaktosa dan anhidro-galaktosa, baik yang mengandung sulfat atau tidak dengan ikatan 1,3-D-galaktosa dan 1,4-3,6 anhidro-galaktosa.

¹⁾ Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Jl. Veteran no.1 Malang. Telp./Fax 0341-553512.
E-mail : oko8163@yahoo.com.

Kadar karagenan yang tinggi dalam *E. cottonii* mengindikasikan tingginya kadar serat makanan. Hal ini ditunjukkan Kasim (2004) yang melaporkan bahwa *E. cottonii* mengandung total serat makanan mencapai 65,07% yang terdiri dari 39,47% serat tidak larut dan 25,57% serat larut air. Kadar serat ini jauh lebih tinggi dari pada sumber-sumber serat dari tanaman darat.

Dreher (1987) menyatakan bahwa serat makanan dapat memodifikasi metabolisme lipid yang dalam jangka panjang dapat mengontrol kolesterol dan gula darah. Selanjutnya, Nuttall (1993) melaporkan bahwa serat larut pembentuk gel dari *guar gum* dan *tragacant* dapat menurunkan kadar glukosa darah orang normal dan penderita diabetes, tetapi serat lain seperti pektin, serat bit, dan dedak sereal dalam jangka panjang kurang mampu mengontrol glukosa darah diabetes tipe II (tidak bergantung pada insulin). Sementara itu, serat makanan dari Arabinoxylan (Lu *et al.*, 2004), barley (Bjork & Elmstahl, 2003), dan konjacmannan (Vuksan *et al.*, 2000) mampu menurunkan kadar glukosa darah diabetes tipe II (*NIDDM/Non Insulin Dependence Diabetes Mellitus*). Adapun zat lain yang juga dilaporkan mampu menurunkan glukosa darah diabetes tipe II adalah natrium alginat hasil ekstrak dari rumput laut cokelat jenis *Laminaria sp.*, *Macrocystis sp.*, *Ascophyllum sp.*, *Sargasum sp.* dan *Turbinaria sp.* (Wikanta *et al.*, 2003).

Melihat beberapa jenis serat makanan berkemampuan menurunkan kadar glukosa darah, dan rumput laut *E. cottonii* mengandung serat makanan tinggi yang mampu membentuk gel, maka perlu juga dikaji kemampuannya dalam menurunkan glukosa darah. Diharapkan hal ini dapat meningkatkan pemanfaatan dan nilai tambah *E. cottonii* di Indonesia yang masih terbatas.

Bahan dan Metode

Bahan dan alat

Bahan utama yang diuji dalam penelitian ini adalah rumput laut kering jenis *E. cottonii* asal NTT dan obat glibenklamid oral *derivate sulfonilurea* (PT. Kimia Farma) yang bekerja merangsang sekresi insulin. Bahan-bahan lain yang digunakan untuk mendukung penelitian antara lain adalah bahan pakan tikus percobaan (protein kasein dari PT. Nestlee Indonesia, minyak jagung merk "Canola", Carboxyl Methyl Cellulose (CMC) dan mineral mix dari Laboratorium Hewan Percobaan PAU Pangan dan Gizi UGM, vitamin mix dari PT. Erela Semarang, air, dan tepung maizena merk "Honig"), aloksan tetrahidrat ($C_4H_2N_2O_4 \cdot 4H_2O$) (untuk menciptakan hiperglikemik eksperimental) dan bahan-bahan kimia untuk analisis proksimat (Apriyantono *et al.*, 1989), analisis serat makanan (AOAC, 1990), dan analisis glukosa darah (Anonim, 2003).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan pemeliharaan tikus percobaan, pembuatan pakan, injektor aloksan dan glibenklamid, pengambil sampel, dan peralatan untuk analisis gula darah, urine, serat makanan, dan proksimat.

Alat pemeliharaan tikus digunakan kandang *stainless steel* 62,5x20x15cm yang terbagi 5 bagian kandang masing-masing berukuran 20x12,5x15cm. Kandang dilengkapi tempat pakan, botol minum, dan nampan penadah sisa pakan serta feses. Di dalam ruang pemeliharaan tikus terdapat timbangan untuk penimbangan tikus, sisa pakan, dan feses. Ruangan tikus dilengkapi dengan ventilasi untuk mengatur sirkulasi udara dan sistem penyorotan hingga kondisi terang dan gelap masing-masing 12 jam.

Alat untuk injeksi aloksan dan glibenklamid berupa *syringe disposable*, sedangkan alat

pengambilan darah tikus digunakan tabung *appendorf* dan *hematokrit*.

Tikus dan ransum percobaannya

Tikus percobaan yang digunakan adalah tikus putih Wistar (*Rattus norvegicus*) berjenis kelamin jantan yang berumur 2,5-3 bulan dengan berat rata-rata 162,41 g. Tikus ini diperoleh dari Laboratorium Unit Pengembangan Hewan Percobaan (UPHP), Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Ransum percobaan yang digunakan berupa ransum standar (untuk kontrol po-

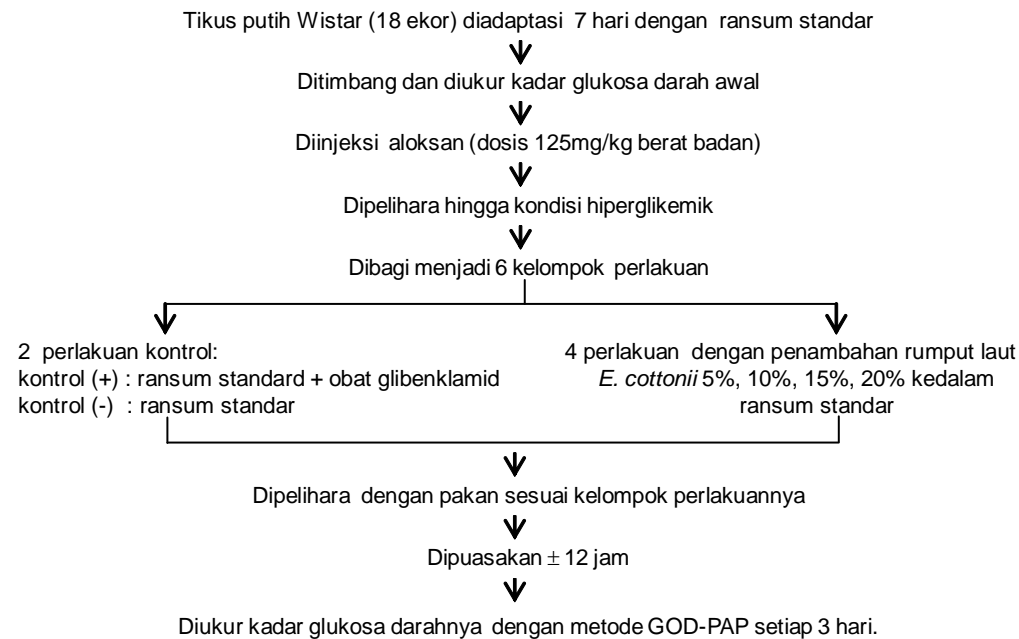
sitif (+) dengan penambahan obat glibenklamid dan kontrol negatif (-) tanpa penambahan glibenklamid) dan ransum perlakuan seperti tertera pada Tabel 1. Semua bahan dicampur dalam suatu wadah dan diaduk dengan tangan sampai tercampur rata, kemudian dibentuk pellet dan dikeringkan semalam (± 12 jam) pada suhu 60°C dengan *carbinet drier*. Ransum standar dan ransum perlakuan diberikan secara oral (*ad libitum*), sedangkan obat glibenklamid diberikan secara parental. Adapun prosedur percobaannya ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Komposisi ransum standar dan ransum perlakuan dengan rumput laut *E. cottonii*

Jenis ransum	Jenis bahan (%)							
	<i>E.cottonii</i>	Protein kasein	Minyak Jagung	Mineral mix ¹⁾	Vitamin mix ²⁾	Air	CMC	Tepung maizena
0% (kontrol -)	-	20	5	4	1	5	5	60
0% (kontrol +)	-	20	5	4	1	5	5	60
5%	5	20	5	4	1	5	-	60
10%	10	20	5	4	1	5	-	55
15%	15	20	5	4	1	5	-	50
20%	20	20	5	4	1	5	-	45

Keterangan : ¹⁾ Muchtadi (1989)

²⁾ PT. Erela Semarang



Gambar 1. Prosedur penelitian

Pengambilan dan analisis darah tikus
 Sebelum pengambilan darah, tikus dipuaskan terlebih dahulu selama 12 jam. Pengambilan darah dilakukan lewat mata bagian vena orbitalis menggunakan *haematocrit*. Darah ditampung dalam *ependorf* sebanyak 1 ml dan selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 4000 rpm. Bagian yang bening diambil sebagai serum untuk dianalisis kadar glukosa darahnya secara enzimatik menggunakan kit GOD-PAP (Glucose Oksidase-Phenol 4-Aminoantipyrine Peroxidase) (Dyasis Diagnostic System GmH and Co.)

Hasil dan Pembahasan

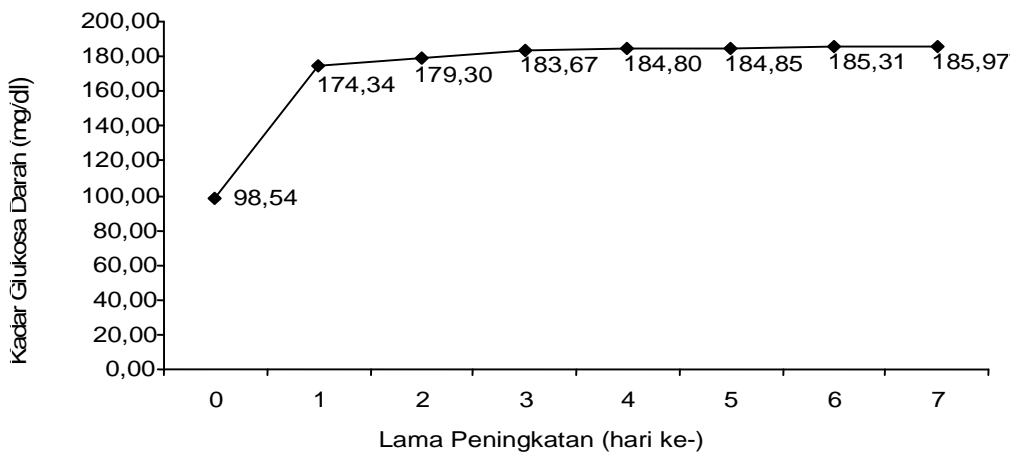
Pembuatan tikus hiperglikemia

Kondisi hiperglikemia tikus dibuat dengan cara menyuntikkan obat aloksan dengan dosis 125 mg/kg berat badan. Penentuan kondisi hiperglikemia pada tikus didasarkan pada kondisi normal kadar gula darah manusia dan kondisi diabetes mellitus. Sudarmanto (1992) dan Tara & Soetrisno (2002) menyatakan bahwa pada keadaan normal kadar gula darah manusia berkisar pada 70-110 mg/dl, sedangkan kondisi diabetes mellitus terjadi bila kadar glukosa darahnya pada pembuluh vena >120 mg/dl pada saat puasa. Dengan kata lain dapat dinyatakan

bahwa kondisi diabetes mellitus (hiperglikemia) tercapai bila kadar gula darah pada saat puasa naik melebihi 71% dari kondisi normal. Kondisi inilah yang diterapkan pada tikus percobaan dengan dasar kondisi gula darah normal tikus menurut Retnaningsih *et al.* (2003) adalah sebesar 65,97-97,89 mg/dl. Adapun kadar glukosa darah tikus yang telah disuntik aloksan tertera pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa sejak 1 hari setelah penyuntikan aloksan tikus sudah mengalami diabetes mellitus (hiperglikemia) dan sampai hari ke 7 masih terus meningkat dengan peningkatan yang mulai stabil sejak hari ke 3. Dengan demikian mulai hari ke 3 setelah penyuntikan aloksan dapat dianggap kondisi hiperglikemia sudah stabil dan dapat dijadikan dasar untuk pemberian ransum perlakuan.

Aloksan merupakan salah satu senyawa yang dapat merusak sel β pankreas yang menyebabkan sekresi insulin terganggu dan mengakibatkan hiperglikemia (Guyton, 1997). Tikus yang mengalami hiperglikemia juga dapat dilihat dari kondisi fisik tikus yang mengeluarkan banyak urin dan banyak minum.



Gambar 2. Perubahan kadar glukosa darah tikus puasa oleh injeksi aloksan

Pengaruh konsumsi rumput laut E. cottonii terhadap tikus hiperglikemia

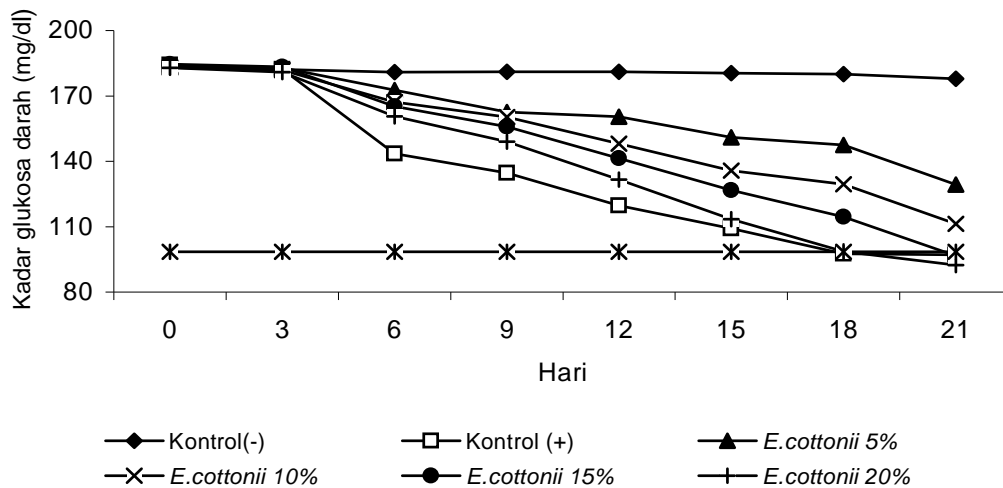
Rumput laut *E. cottonii* dan obat glibenklamid mampu menurunkan gula darah tikus hiperglikemia, sedangkan ransum kontrol negatif (mengandung CMC 5%) kurang mampu menurunkan kadar gula darah tikus hiperglikemia (Gambar 3).

Semakin tinggi kadar rumput laut yang dikonsumsi maka semakin besar kemampuannya dalam menurunkan kadar gula darah. Dengan kata lain, semakin besar kadar rumput laut yang dikonsumsi maka semakin pendek waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kondisi hiperglikemia menjadi kondisi kadar gula darah normal. Dalam hal ini, rumput laut *E. cottonii* 15% mampu menormalkan hiperglikemia menjadi normal dalam waktu 21 hari, sedangkan *E. cottonii* 20% hanya butuh waktu 18 hari. Selain itu, rumput laut 5% dan 10% juga mampu menurunkan kadar gula darah hiperglikemia, tetapi membutuhkan waktu lebih panjang (lebih dari 21 hari).

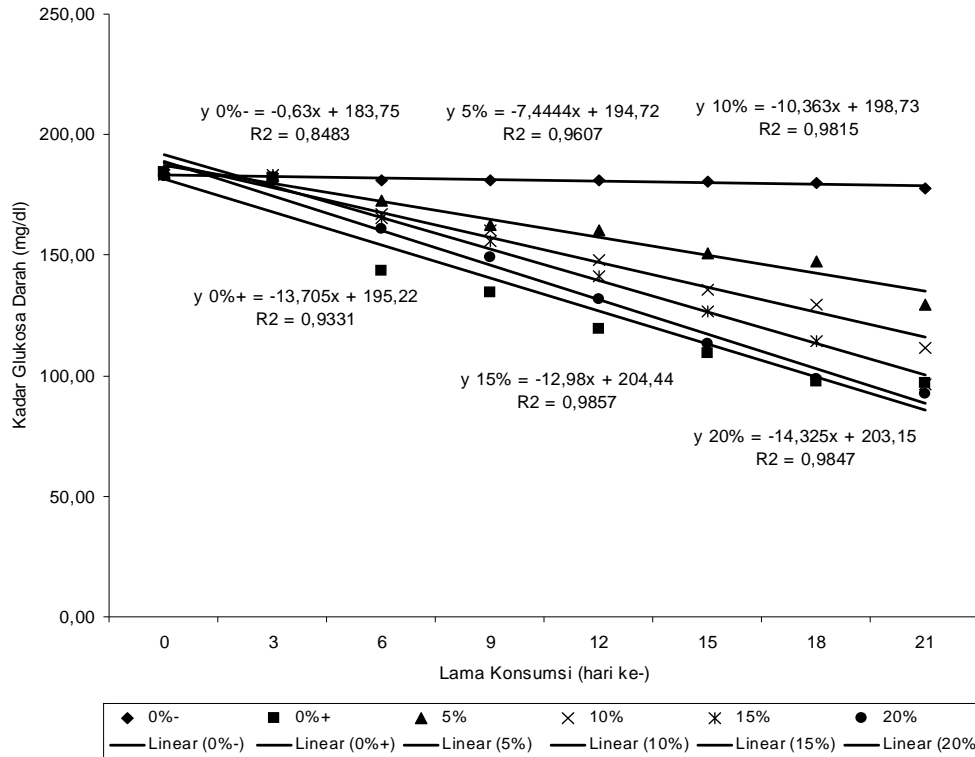
Kemampuan kadar rumput laut *E. cottonii* 5 dan 10% dalam menormalkan gula da-

rah dari kondisi hiperglikemia dapat dilihat dari persamaan regresi (Gambar 4) dengan memasukkan angka batas normal kadar gula pada variable Y dari setiap persamaan, maka akan didapatkan nilai X yang menunjukkan lama konsumsi (hari) *E. cottonii* untuk mencapai kadar gula darah normal dari masing-masing persamaan regresinya. Dengan demikian akan diperoleh bahwa semakin sedikit persentase jumlah rumput laut yang dikonsumsi, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menormalkan gula darah diabet.

Kemampuan rumput laut *E. cottonii* dalam menurunkan kadar glukosa darah diduga terkait dengan tingginya kadar serat makanan yang dikandungnya. Dari analisis kadar serat makanannya diperoleh bahwa *E. cottonii* mengandung total serat makanan sebesar 70,21% yang terdiri dari serat larut air 30,74% dan serat tidak larut air 39,47%. Menurut Suryaningrum *et al.* (1988), *E. cottonii* mengandung karagenan sebesar 61,59% dan menurut Zalnika (1993) dan Winarno (1996) karagenan merupakan senyawa kompleks polisakarida yang dibangun oleh



Gambar 3. Pengaruh konsumsi rumput laut *E. cottonii* terhadap kadar glukosa darah tikus



Gambar 4. Hubungan kadar glukosa darah tikus terhadap lama konsumsi rumput laut *E. cottonii*.

sejumlah galaktosa dan anhidro-galaktosa. Hal ini mengindikasikan bahwa serat makanan dalam rumput laut *E. cottonii* didominasi oleh karagenan.

Kemampuan rumput laut *E. cottonii* dalam menurunkan glukosa darah diduga terkait dengan pernyataan Lestiani & Tambunan (1999), bahwa serat larut mampu menurunkan aktivitas enzim-enzim pencernaan dan menurunkan tingkat penetrasi enzim pada makanan. Selain itu, serat larut juga memperlambat absorpsi glukosa sehingga dapat berperan dalam pengaturan glukosa darah. Hal tersebut didukung oleh Poleman *et al.* (1996) bahwa kadar serat tinggi dapat menurunkan kebutuhan insulin dan meningkatkan sensitifitas reseptor insulin, sehingga kadar gula darah mengalami penurunan secara perlahan dan kebutuhan insulin juga berkurang.

Glibenklamid merupakan obat antidiabetik oral jenis derivat sulfonilurea yang bekerja dengan merangsang sel β pancreas untuk memproduksi insulin (Ranakusuma, 1987). Kemampuan rumput laut *E. cottonii* dalam menurunkan kadar glukosa darah yang hiperglikemia dapat dibandingkan dengan obat glibenklamid. Dari Gambar 3 terlihat bahwa kemampuan rumput laut *E. cottonii* 20% hampir sama dengan obat glibenklamid (kontrol positif) yakni sama-sama mampu menormalkan glukosa darah dari kondisi hiperglikemia pada hari ke 18. Ini menunjukkan bahwa *E. cottonii* juga mampu mengobati diabetes mellitus tipe II (*Non Insulin Dependence Diabetes Mellitus/NIDDM*) pada tikus percobaan.

Mekanisme penurunan glukosa darah oleh rumput laut *E. cottonii* belum diketahui de-

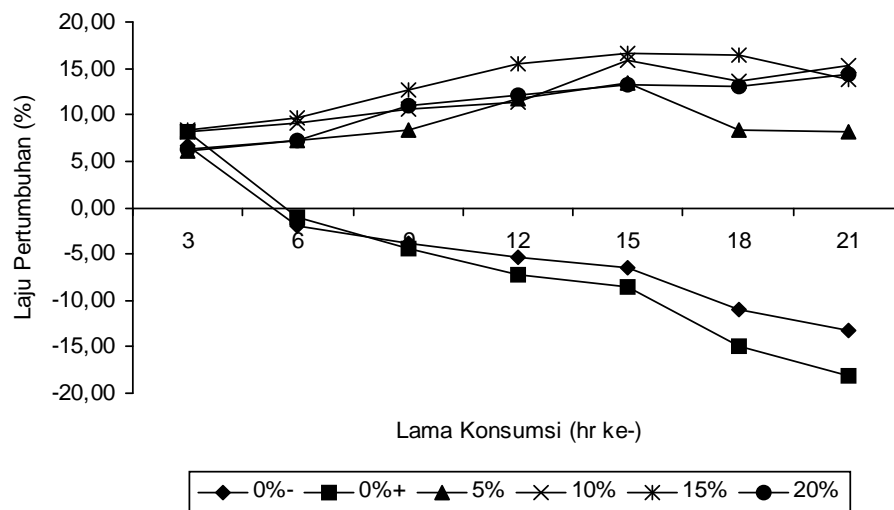
ngan jelas, namun diduga terkait dengan jenis dan kadar seratnya. Dreher (1987) mengusulkan beberapamekanisme penurunan gula darah oleh serat makanan, yakni 1) oleh adanya penundaan penyerapan glukosa yang terkait dengan pemanjangan waktu pengosongan lambung, penjeratan karbohidrat atau enzim pencernaan, dan/ atau gangguan pengangkutan glukosa melewati suatu lapisan air yang dibentuk oleh serat; 2) sensitivitas dan sekresi insulin, dimana serat makanan yang tinggi dapat meningkatkan metabolisme glukosa tanpa meningkatkan sekresi enzim dan juga meningkatkan sensitivitas jaringan oleh insulin khususnya karena produk *VFA*-nya (*Volatile Fatty Acids*); 3) Reseptor insulin, dimana serat makanan tinggi meningkatkan jumlah reseptor insulin untuk mensirkulasi *monocytes*.

Pengaruh konsumsi E. cottonii terhadap berat badan tikus

Berat badan tikus hiperglikemia yang diberi perlakuan kontrol (negatif dan positif) mengalami penurunan, sedangkan berat badan tikus hiperglikemia yang diberi perlakuan rumput laut (5%, 10%, 15%, dan 20%) mengalami sedikit peningkatan dan kemudian cenderung stabil setelah

hari ke-12 (Gambar 5). Keadaan ini dapat diartikan bahwa obat glibenklamid atau tanpa obat dapat menurunkan berat badan penderita diabetes, sedangkan konsumsi rumput laut *E. cottonii* justru cenderung menstabilkan berat badan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa konsumsi glibenklamid kurang memberikan dampak positif pada penderita diabetes, tetapi terapi rumput laut *E. cottonii* memberikan dampak yang positif terhadap berat badan karena pada umumnya penderita diabet mengalami penurunan berat badan secara drastis. Hal ini terkait dengan penggunaan atau pembakaran simpanan lemak akibat ketidakmampuan tubuh menyediakan glukosa (kurang insulin) untuk dibakar menjadi energi.

Penurunan berat badan karena diabetes dan juga obat glibenklamid menurut Lehninger (1982) terkait dengan ketidakmampuan jaringan memanfaatkan glukosa darah (karena tidak ada atau kurang insulin) sehingga hati lebih banyak memanfaatkan asam lemak dan menjadikan protein sebagai sumber energi. Namun peningkatan atau stabilitas berat badan tikus diabetes oleh rumput laut *E. cottonii* belum diketahui dengan pasti mekanismenya.



Gambar 5. Laju pertumbuhan berat badan tikus hiperglikemia oleh perlakuan rumput laut *E. cottonii* dan kontrol.

Kesimpulan

1. Rumput laut *E. cottonii* mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus putih Wistar (*R. norvegicus*) yang mengalami kondisi diabetes karena adanya kerusakan pankreas akibat injeksi aloksan (DDM).
2. Kemampuan rumput laut *E. cottonii* dalam menurunkan glukosa darah meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi rumput laut yang dikonsumsi.
3. Konsentrasi rumput laut 20% dalam pakan mempunyai kemampuan yang sama dengan obat antidiabetik glibenklamid dalam menurunkan gula darah tikus.
4. Berat badan tikus hiperglikemia yang mendapat *E. cottonii* cenderung stabil, sedangkan yang diberi obat glibenklamid cenderung menurun.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada sdr. Fatihanus Siyadah yang telah membantu dan bekerja sama dalam pengumpulan data dan bahan pustaka, dan juga kepada Bpk. Happy Nursyam yang telah memberikan saran-saran dalam penulisan laporan penelitian.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2003. Analisis gula darah dengan metode GOD-PAP. Dyasis Diagnostic System GmH & Co. 2 p.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyo. 1989. Petunjuk laboratorium analisis pangan. PAU Pangan Gizi-IPB. Bogor. 229 p.
- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th Edition. Assosiation of Analitical Chemist. Arlington. USA. 1023 p.
- Aslan, L. M. 1991. Budidaya rumput laut. Kanisius. Yogyakarta. 96 p.
- Bjork, I. and H.L. Elmstahl. 2003. The glycaemic index: importance of dietary fiber and other food properties. Proc. Nutr. Soc. 62(1): 201-206.
- Dreher, M.L. 1987. Handbook of dietary fiber. Marcell Dekker, Inc. New York and Basel. 468 p.
- Guyton, A. C. 1997. Medical physiology (Fisiologi kedokteran Edisi 9, diterjemahkan oleh A. Dharmas dan P. Lukmanto). Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 429 p.
- Kasim, S.R. 2004. Pengaruh perbedaan konsentrasi dan lama waktu pemberian rumput laut *E.cottonii* terhadap kadar lipid serum darah tikus. Skripsi Faperik. Unibraw. Malang. 99 p.
- Lehninger, A.L. 1982. Principles of biochemistry (Dasar-dasar biokimia, Jilid 2, diterjemahkan oleh M. Thenawijaya. 1992). Penerbit Erlangga. Jakarta. 386 p.
- Lestiani, L. dan V. Tambunan. 1999. Peran serat larut pada kesehatan jantung. Makalah Seminar Sehari. Malang. 12 p.
- Lu, Z.X., K.Z. Walker, J.G. Muir and K. O'Dea. 2004. Arabinoxylan fiber improves metabolic control in people with type II diabetes. Eur. J. Clin. Nutr. 58(4): 621-628.
- Muchtadi, D. 1989. Evaluasi nilai gizi pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor. 216 p.
- Nuttall, F.Q. 1993. Dietary fiber in the managemen of diabetes. Diabetes. 42(4): 503-508.
- Poleman, E. Z. Mery, and E. Hawrish. 1996. Out bran concentrate bread product improve long-term control of diabetes. Journal of The American Die-

- tatic Association. 96: 1254-1261.
- Ranakusuma, A. B. 1987. Diabetes mellitus: tenang menghayutkan. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 34 p.
- Retnaningsih, C., Z. Noor dan Y. Marsono. 2003. Evaluasi pakan tinggi protein kedelai pada sel beta (β) pankreas tikus diabetes. Prosiding Seminar Tahunan Nasional dan Pertemuan Tahunan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia. Yogyakarta tanggal 22-23 Juli: 192-206.
- Soegiarto, A. W., S. Ayadja, Sulistidjo dan H. Mubarak. 1987. Rumput laut (*Algae*): manfaat, potensi dan usaha budidaya. Lembaga Oseanologi Nasional LIPI. Jakarta: 15-17.
- Sudarmanto. 1992. Karbohidrat dan hidrokoloid pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 216 p.
- Suryaningrum, T. D., Admadja, dan Rachmaniar. 1988. Sifat-sifat mutu rumput laut *E. cottonii* dan *E. spinosom*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 145 p.
- Tara, E. dan E. Soetrisno. 2002. Buku pintar terapi diabetes mellitus. Taramedia dan Restu Agung. Jakarta. 124 p.
- Vuksan, V., J.L. Sievenpiper, R. Owen, J.A. Swilley, P. Spadafora, D.J. Jenkins, E. Vidgen, F. Brighenti, R.G. Josse, L.A. Leiter, Z. Xu and R. Novokmet. 2000. Beneficial effects of viscous dietary fiber from konjumannan in subjects with the insulin resistance syndrome: results of a controlled metabolic trial. *Diabetes Care*. 23(1): 9-14.
- Winarno, F. G. 1996. Teknologi pengolahan rumput laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 112 p.
- Wikanta, T., Khaeroni, dan L. Rahayu. 2003. Pengaruh pemberian natrium alginat terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 8 (6): 21-32.
- Zatnika, A. 1993. Buletin profil industri rumput laut. Pusat Informasi Pertanian Trubus. Jakarta: 17-22.