

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT UDANG *Litopenaeus vannamei*
SEBAGAI ALTERNATIF PENURUN GULA DARAH**

SKRIPSI



ABNER AMADEUZ WISAKSONO

31160019

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI **SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abner Amadeuz Wisaksono
NIM : 31160019
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

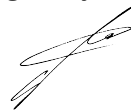
“Pemanfaatan Ekstrak Kulit Udang *Litopenaeus vannamei* Sebagai Alternatif Penurun Gula Darah”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 3 Juni 2021

Yang menyatakan



(Abner Amadeuz Wisaksono)
NIM 31160019

Pemanfaatan Ekstrak Kulit Udang *Litopenaeus vannamei* Sebagai Alternatif
Penurun Gula Darah

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta
Wacana



ABNER AMADEUZ WISAKSONO

31160019

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

Pemanfaatan Ekstrak Kulit Udang *Litopenaeus vannamei* Sebagai Alternatif
Penurun Gula Darah

telah diajukan dan dipertahankan oleh :

Abner Amadeuz Wisaksono

31160019

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada tanggal 5 Februari 2021

Nama Dosen

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. L. Hartanto Nugroho, M.Agr
(Ketua Tim Penguji / Penguji I)
2. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
(Dosen Pembimbing Utama / Penguji II)
3. drh. Vinsa Cantya Prakasita, SKH., M.Sc
(Dosen Pembimbing Pendamping / Penguji III)

Yogyakarta, 5 Februari 2021

Disahkan Oleh :

Dekan,

Ketua Program Studi,

Dr. Kusworo, M.Sc
NIK : 874E054

Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
NIK : 884E075

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul Skripsi : Pemanfaatan Ekstrak Kulit Udang *Litopenaeus vannamei*
Sebagai Alternatif Penurun Gula Darah
Nama : Abner Amadeuz Wisaksono
NIM : 31160019
Pembimbing I : Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
Pembimbing II : drh. Vinsa Cantya Prakasita, SKH., M.Sc
Hari/Tgl Presentasi : Jumat / 5 Februari 2021

Disetujui oleh :

Pembimbing I


Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
NIK : 884E075

Pembimbing II,


drh. Vinsa Cantya Prakasita, SKH., M.Sc
NIK : 194KE423

Ketua Program Studi


Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
NIK : 884E075

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abner Amadeuz Wisaksono

NIM : 31160019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

“Pemanfaatan Ekstrak Kulit Udang *Litopenaeus vannamei* Sebagai Alternatif Penurun Gula Darah ”

Adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu didalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 5 Februari 2021



Abner Amadeuz Wisaksono

NIM : 31160019

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan judul **“Pemanfaatan Ekstrak Kulit Udang *Litopenaeus vannamei* Sebagai Alternatif Penurun Gula Darah”** dengan baik. Skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat kelulusan dan untuk memperoleh gelar sarjana sains (S.Si) Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan baik secara moril dan materiil dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yesus yang memberikan kemampuan dan kekuatan untuk dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi hingga selesai.
2. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si., selaku dosen pembimbing pertama yang memberikan arahan dan bantuan dalam proses penelitian dan penulisan skripsi.
3. drh. Vinsa Cantya Prakasita, SKH., M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua yang memberikan saran serta bantuan dalam proses penelitian dan penulisan skripsi.
4. Theresia Sri Retnowati selaku laboran Laboratorium Bioteknologi Dasar yang telah mendukung serta memberikan saran selama penelitian dilakukan.
5. Graciella Carina N yang telah membantu dan memberikan saran dalam proses penelitian dan penulisan.
6. Orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa.
7. Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan skripsi.

Penulis sadar akan banyaknya kekurangan dalam penelitian dan proses penulisan skripsi ini, oleh karena itu dibutuhkan kritik dan saran untuk membangun.

Yogyakarta 5 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL BAGIAN DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	5
2.1.1. Udang Vaname di Yogyakarta.....	6
2.2. Metabolit Sekunder dalam Udang.....	6
2.2.1. β – karoten.....	6
2.2.2. Fukosantin.....	7
2.2.3. Lutein.....	7
2.2.4. Astaxanthin.....	7
2.2.4.1. Struktur Molekul dan Fungsi.....	8
2.2.4.2. Aktivitas Biologi sebagai Anti Diabetes.....	8
2.3. Diabetes Melitus.....	9
2.3.1. Diabetes Melitus tipe II.....	9

BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2. Parameter yang diukur.....	13
3.3. Alat.....	13
3.4. Bahan.....	13
3.5. Cara Kerja	14
3.5.1. Preparasi Sampel Udang	14
3.5.2. Ekstraksi Astaxanthin	14
3.5.3. Analisis Semi – Kualitatif	14
3.5.4. Analisis Kuantifikasi Senyawa Astaxanthin.....	15
3.5.5. Bioassay.....	15
3.5.5.1. Aklimatisasi.....	15
3.5.5.2. Induksi Diabetes.....	15
3.5.5.3. Desain Penelitian.....	16
3.5.5.4. Pengukuran Kadar Glukosa Darah.....	16
3.6. Analisis Data.....	16
3.7. Alur Penelitian.....	17
BAB IV	18
4.1. Preparasi Sampel dan Hasil Ekstraksi.....	18
4.2. Hasil Uji Kromatografi Lapis Tipis.....	19
4.3. Hasil Pengukuran Astaxanthin.....	19
4.4. Analisis Senyawa Astaxanthin dengan HPLC.....	20
4.5. Hasil Uji In Vivo pada Mencit.....	21
BAB V	34
5.1. Kesimpulan.....	34
5.2. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil berat ekstrak kasar kulit udang dari 377 gram bubuk.....	18
Tabel 4.2. Hasil rendemen ekstraksi kulit udang.....	18
Tabel 4.3. Hasil pengukuran kadar astaxanthin.....	20
Tabel 4.4. Hasil pengukuran HPLC.....	20
Tabel 4.5. Kadar glukosa darah setelah aklimatisasi 1 minggu.....	22
Tabel 4.6. Kadar glukosa darah setelah induksi streptozotocin.....	24
Tabel 4.7. Perbandingan kadar glukosa darah selama 4 minggu.....	27
Tabel 4.8. Kadar glukosa darah minggu keempat.....	29
Tabel 4.9. Hasil uji lanjut <i>bonferroni</i> kadar glukosa darah setelah 1 bulan.....	31
Tabel 4.10. Kadar glukosa darah setelah induksi stz dan setelah 1 bulan.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Persentase Sebaran Kondisi Diabetik Berdasarkan Golongan Diabetik.....	24
Gambar 4.2. Hasil nekropsi tikus.....	25
Gambar 4.3. Hasil nekropsi tikus H+2 induksi streptozotocin.....	26

©UKPDN

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Dokumentasi Selama Penelitian	38
Lampiran II Hasil uji spektrofotometri.....	39
Lampiran III Hasil HPLC sampel ekstrak kasar kulit udang.....	40

©UKPDN

Pemanfaatan Ekstrak Kasar dari Kulit Udang *Litopenaeus vannamei* Sebagai Alternatif Obat Diabetes

ABSTRAK

ABNER AMADEUZ WISAKSONO

31160019

Diabetes merupakan penyakit kronis tidak menular yang terbagi dua, yaitu diabetes tipe I dan II. Diabetes tipe II disebabkan oleh resistensi insulin. Astaxanthin adalah pigmen karotenoid yang merupakan pigmen utama pada limbah kulit udang khususnya *Litopenaeus vanamei*. Astaxanthin memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi karena struktur molekulernya yang memiliki gugus hidroksil dan keto pada setiap ujung cincin ionon yang mampu menekan stress oksidatif yang disebabkan oleh hiperglikemia pada sel β - pankreas. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan ekstrak kulit udang untuk menurunkan kadar glukosa darah pada tikus yang diinduksi Streptozotocin. Udang diperoleh dari budidaya di daerah Gunung Kidul, Yogyakarta. Metode maserasi dengan pelarut etanol 70% digunakan untuk mengekstraksi kulit udang. Analisis dengan kromatografi lapis tipis dan HPLC kemudian dilanjutkan dengan uji spektrofotometri. Uji bioassay dilakukan menggunakan tikus putih *Rattus norvegicus* yang diinduksi menggunakan Streptozotocin. Ekstrak kasar kulit udang diberikan secara per oral setiap hari selama satu bulan dan dilakukan pengukuran kadar glukosa darah. Rendemen ekstrak yang dihasilkan adalah 0,039%. Uji kromatografi lapis tipis menunjukkan 3 spot dengan dugaan canthaxanthin, astaxanthin monoester, dan β - karoten. Rata - rata hasil kandungan total Astaxanthin paling besar adalah 0,52 mg. Hasil HPLC menunjukkan adanya empat senyawa yang terdeteksi. Dosis 37,5 mg/kgBB menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang paling baik dengan rata - rata kadar glukosa darah dapat diturunkan dari 429,8 mg/dL menjadi 140,6 mg/dL, sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan dan digunakan sebagai alternatif pengobatan diabetes.

Kata Kunci : Antioksidan, Astaxanthin, Glukosa darah, *Litopenaeus vannamei*, Stress oksidatif

Utilization of *Litopenaeus vannamei* Shrimp Shell Extract as A Blood Sugar Reducing Alternative

ABSTRACT

ABNER AMADEUZ WISAKSONO

31160019

Diabetes is a chronic disease that divided into Type I Diabetes and Type II Diabetes. Type II Diabetes caused by insulin resistance. Astaxanthin is carotenoid pigment commonly found in marine organism such as algae, trout, salmon, lobster, shrimp etc. Astaxanthin is also the main pigment in shrimp shell waste. Astaxanthin posses antioxidant activity that able to supress oxidative stress caused by hyperglycemia on β – pancreas cell. Shrimp shell waste can be utilized to produce astaxanthin to minimalize waste production. The aim of this study is to find out the ability of shrimp shell crude extract activity in decreasing blood glucose level in rats induced diabetes. Shrimp shell was extracted using maceration method with etanol 70% as solvent. Thin layer chromatography and HPLC was used as semi – qualitative analysis method continued by spectrophotometry as quantification analysis. Bioassay test was conducted using *Rattus norvegicus* rat conditioned with diabetes induced by Streptozotocin. Shrimp shell crude extract was given per oral every day for one month. Measurement of blood glucose level conducted using glucometer every once a week. The resulting yield extract are 0,039%. Thin layer chromatography show 3 spot with canthaxanthin, astaxanthin monoester and β – caroten as compound assumption. Blood glucose reduction test with dose of 37,5 mg/kgBW show the best result. Average blood glucose level could be decreased from 429,8 mg/dL to 140,6 mg/dL.

Key word : Antioxidant, Astaxanthin, Blood glucose, *Litopenaeus vannamei*, Oxidative Stress

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Diabetes melitus merupakan penyakit kronis tidak menular yang disebabkan karena organ pankreas tidak mampu menghasilkan insulin yang cukup atau tubuh tidak mampu menggunakan insulin dengan efektif. Kasus dan jumlah prevalensi diabetes dalam skala global dilaporkan terus meningkat oleh *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2016. Berdasarkan laporan WHO tahun 2016, pada tahun 2014 diperkirakan 422 juta orang dewasa mengidap penyakit diabetes. Dibandingkan dengan tahun 1980, prevalensi diabetes melitus secara global telah meningkat dari 4,7% menjadi 8,5% untuk populasi orang dewasa. Pada tahun 2012, terdapat 1,5 juta kasus kematian yang disebabkan oleh diabetes melitus. Kasus kematian bertambah 2,2 juta kematian yang disebabkan gula darah yang lebih tinggi dari batas maksimum, sehingga angka kematian menjadi 3,7 juta. Dari 3,7 juta kasus kematian ini, 43% terjadi sebelum usia 70 tahun. Terdapat 4 jenis diabetes, yang paling umum adalah diabetes melitus tipe I dan diabetes melitus tipe II. Diabetes melitus tipe II merupakan yang paling umum terjadi. Diabetes melitus tipe II disebabkan oleh beberapa faktor gaya hidup tidak sehat seperti kurangnya olahraga, obesitas, pola makan yang tidak sehat. Diabetes melitus tipe II adalah kondisi dimana pankreas dapat memproduksi insulin namun dalam kadar yang rendah, atau kondisi dimana reseptor sel tidak dapat mengidentifikasi insulin yang diproduksi sehingga gula tidak dapat digunakan oleh sel yang mengakibatkan penumpukan gula dalam darah. Resistensi insulin disebabkan oleh peningkatan radikal bebas dalam tubuh sehingga mekanisme pertahanan antioksidan menjadi turun.

Astaxanthin (3,3'-dihydroxy- β,β -carotene-4,4'-dione) adalah pigmen karotenoid non provitamin A yang pada umumnya dapat ditemukan pada biota laut seperti alga, krustasea dan ikan. Senyawa ini paling banyak ditemukan pada mikroalga seperti *Haematococcus pluvialis* yang efektif untuk mengatasi radikal bebas, oksigen reaktif dan nitrogen spesies. Selain mikroalga, astaxanthin dapat

ditemukan juga pada ikan trout, ikan salmon, lobster dan udang (Wang, 2011). Menurut Sachindra (2006), astaxanthin merupakan pigmen utama pada limbah kulit udang. Astaxanthin lebih efektif 11 kali lipat untuk mengatasi oksigen singlet dibandingkan β – Karoten dan 550 kali lebih efektif dibandingkan α -Tocopherol (Fassett et al, 2012). Kemampuan antioksidan yang tinggi dari senyawa ini disebabkan oleh struktur molekulernya yang memiliki gugus hidroksil dan keto pada setiap ujung cincin ionon. Astaxanthin dapat menurunkan kadar gula darah, memiliki kemampuan neuroprotektif, memiliki kemampuan antiinflamasi dan antioksidatif dengan efek samping yang minimal, sehingga senyawa ini dapat digunakan untuk mengurangi komplikasi diabetes (Ying et al, 2015). Astaxanthin memiliki aktivitas antioksidan yang mampu menekan stress oksidatif yang disebabkan oleh hiperglikemia pada sel β - pankreas. Stress oksidatif yang dapat diredam oleh astaxanthin akan menyebabkan keseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan, sehingga resistensi insulin berkurang (Sayahi, 2017). Resistensi insulin yang berkurang, akan meningkatkan toleransi glukosa, sehingga hiperglikemia dapat diatasi (Arunkumar, 2012)

Indonesia sebagai negara maritim, memiliki kelimpahan sumber daya alam laut. Salah satu sumber daya alam yang melimpah di perairan Indonesia adalah kelompok krustasea atau udang-udangan. Selain melimpah, kelompok krustasea yang terdapat pada perairan Indonesia memiliki keragaman jenis yang tinggi. Berdasarkan *trend* produksi perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan memproyeksikan pada tahun 2020 produksi udang akan mencapai 1.208.433 ton dan pada tahun 2024 mencapai 1.520.836 ton. Udang merupakan komoditas yang penting, dimana pulau Jawa merupakan kontributor terbesar dengan produksi sebesar 28,52%. Salah satu udang yang melimpah di Indonesia adalah udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Berdasarkan data produksi udang tahun 2014 – 2018 dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi udang Vaname terus meningkat. Pada tahun 2018 produksi udang Vaname mencapai 717.094 ton. Udang vaname yang digunakan pada penelitian ini adalah udang vaname yang berasal dari budidaya di daerah Gunung Kidul, Yogyakarta. Pada umumnya udang digunakan sebagai bahan pangan. Proses pengolahan udang sebagai bahan pangan, umumnya

akan menyisakan beberapa bagian yaitu kulit, kepala dan ekor. Kulit udang yang tidak terpakai akan menjadi limbah hasil proses pengolahan. Kulit udang mengandung senyawa aktif berupa Astaxanthin. Astaxanthin yang terdapat pada kulit udang ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar dari pengobatan alternatif. Oleh karena itu, Senyawa yang terdapat pada kulit udang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan aktif Astaxanthin yang terjangkau.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Berapakah kandungan senyawa dalam ekstrak kasar kulit udang dari ekstraksi etanol kulit udang dengan metode maserasi ?
- 1.2.2. Bagaimana pengaruh dosis pemberian ekstrak kasar kulit udang terhadap aktivitas antidiabetes pada tikus ?
- 1.2.3. Berapakah jumlah penurunan kadar gula darah pada pemberian ekstrak kasar kulit udang ?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1.3.1. Mengetahui kandungan senyawa dalam ekstrak kasar kulit udang dari ekstraksi etanol kulit udang dengan metode maserasi.
- 1.3.2. Mengetahui dosis ekstrak kasar kulit udang yang efektif terhadap aktivitas antidiabetes.
- 1.3.3. Mengetahui penurunan jumlah atau persentase kadar glukosa darah pada pemberian ekstrak kasar kulit udang.

1.4. Manfaat Penelitian

- 1.4.1. Bagi peneliti dan akademisi, penelitian dapat digunakan sebagai sumber informasi mengenai pemanfaatan ekstrak kasar kulit udang sebagai alternatif dalam pengobatan diabetes dan dapat digunakan dalam referensi penelitian lainnya.
- 1.4.2. Bagi pemerintah, penelitian dapat digunakan dalam pemanfaatan udang Vaname yang optimal sebagai sumber daya alam laut yang melimpah. Serta memberikan gambaran bahwa Indonesia memiliki sumber daya alam laut yang potensial.

- 1.4.3. Bagi masyarakat, penelitian ini bermanfaat untuk pemanfaatan limbah kulit udang sehingga kulit udang dapat dimanfaatkan dan mengurangi produksi limbah kulit udang.
- 1.4.4. Bagi bidang kesehatan, penelitian ini bermanfaat untuk menjadi referensi dalam pemanfaatan senyawa metabolit sekunder sebagai alternatif obat dalam pengobatan diabetes.

©UKPDN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- 5.1.1. Hasil rendemen ekstrak kulit udang yang diperoleh dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 70% adalah 0,039%
- 5.1.2. Hasil kromatografi lapis tipis ekstrak dengan standar astaxanthin diduga canthaxanthin, Astaxanthin monoester, dan β – karoten.
- 5.1.3. Kandungan total astaxanthin yang paling besar terdapat pada ekstraksi III yaitu sebesar 0,52 mg.
- 5.1.4. Hasil uji HPLC menunjukkan adanya empat senyawa yang terdeteksi pada sampel ekstrak.
- 5.1.5. Dosis ekstrak kasar astaxanthin yang efektif adalah dosis 37.5 mg/kgBB. Hal ini dilihat dari rata – rata kadar glukosa darah yang lebih rendah dibandingkan dosis 25mg/kgBB.
- 5.1.6. Pada dosis 25 mg/kgBB kadar glukosa darah dapat diturunkan dari 369.7 mg/dL menjadi 227.2 mg/dL. Sedangkan pada dosis 37.5 mg/kgBB kadar glukosa darah dapat diturunkan dari 429.8 mg/dL menjadi 140.6 mg/dL.

5.2. Saran

- 5.2.1. Diperlukan isolasi dan purifikasi senyawa astaxanthin dari ekstrak kasar kulit udang *Litopenaeus vannamei* sehingga mendapatkan senyawa astaxanthin murni.
- 5.2.2. Diperlukan uji aktivitas antioksidan dari ekstrak kasar astaxanthin sehingga dapat mendukung hasil penurunan kadar glukosa darah.

5.2.3. Dapat dilakukan uji histopatologi sehingga mendapat gambaran kerusakan organ pankreas dan dapat dibandingkan dengan organ pankreas yang diberi perlakuan.

©UKPDW

DAFTAR PUSTAKA

- Ambati, R. R., Phang, S. M., Ravi, S., & Aswathanarayana, R. G. (2014). Astaxanthin : Sources, Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications - A Review. *Marinde Drugs*, 128-152.
- Arunkumar, E., Bhuvaneswari, S., & Anuradha, C. V. (2012). An intervention study in obese mice with astaxanthin, a marine carotenoid - effecy on insulin signaling and pro-inflammatory. *Food Function*, 120-126.
- Davinelli, S., Nielsen, M. E., & Scapagnini, G. (2018). Astaxanthin in Skin Health, Repair and Disease : A Comprehensive Review. *Nutrients*, 1-12.
- Dugassa, H., & Gaetan, D. G. (2018). Biology of White Leg Shrimp, *Penaeus vannamei* : Review. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 05-17.
- Fasset, R. G., & Coombes, J. S. (2012). Astaxanthin in Cardiovascular Health and Disease. *Molecules*, 2030-2048.
- Fretes, H. d., Susanto, A., Prasetyo, B., & Limantara, L. (2012). Karotenoid dari Makroalgae dan Mikroalgae : Potensi Kesehatan Aplikasi dan Bioteknologi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 2-9.
- Gurein, M., Huntley, M. E., & Olaizola, M. (2003). Haematococcus astaxanthin : application for human health and nutrition. *Mera Pharmaceuticals*, 210-216.
- Higuera-Ciapara, I., Valenzuela-Felix, L., & Goycoolea, F. (2006). Astaxanthin : A Review of its Chemistry and Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 185-196.
- Johnson, E. A. (1991). Astaxanthin from microbial sources. *Critical Review Biotechnology*, 297-326.
- Kemenkes. (2005). *Pharmaceutical Care Untuk Penyakit Diabetes Mellitus*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Lemos, T., Nunes, S., Teixeira, F., & Reis, F. (2011). Regular physical excercise training assists in preventing type 2 diabetes development : focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardio Vascular Diabetology*, 10-12.
- Sachindra, N., Bhaskar, N., & Mahendrakar, N. (2006). Recovery of Carotenoids From Shrimp Waste in Organic Solvents. *Waste Management*, 1092-1098.
- Sayahi, M., & Shirali, S. (2017). The Antidiabetic and Antioxidant Effects of Carotenoid : A Review. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care*, 186-191.
- Uchiyama, K., Naito, Y., Hasegawa, G., & Nakamura, N. (2002). Astaxanthin Protects B-Cells Against Glucose Toxicity in Diabetic db/db Mice. *Redox Report*, 290-293.
- Wang, J.-j., Chen, Z.-q., & Lu, W.-q. (2011). Hypoglycemic effect of astaxanthin from shrimp waste in alloxan - induced diabetic mice. *Medicinal Chemistry Research*, 2363-2367.
- WHO. (2016). *Global Reports on Diabetes*. Geneva: World Health Organization.

Ying, C.-j., Zhang, F., Zhou, X.-y., Hu, X. -t., Chen, J., Wen, X.-r., . . . Song, Y.-j. (2015). Anti-inflammatory Effect of Astaxanthin on the Sickness Behavior Induced by Diabetes Mellitus. *Cell Mol Neurobiol*, 1-11.

Yogyakarta, D. K. (2019). *Profil Potensi Usaha dan Peluang Investasi Kelautan dan Perikanan Daerah Istimewa Yogyakarta*. Daerah Istimewa Yogyakarta: Dinas Kelautan dan Perikanan DIY.

©UKDW