

**UJI AKTIVITAS ANTIDIABETES EKSTRAK MINYAK LIMBAH IKAN
GABUS (*Channa striata*) TERHADAP MENCIT (*Mus musculus* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**Rusydi Iskandar
NPM 1757011009**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

UJI AKTIVITAS ANTIDIABETES EKSTRAK MINYAK LIMBAH IKAN GABUS (*Channa striata*) TERHADAP MENCIT (*Mus musculus L.*)

Oleh

Rusydi Iskandar

Kepala ikan dan isi perut ikan gabus merupakan limbah dari hasil kegiatan pengolahan ikan yang umumnya hanya diambil bagian daging ikan saja. Kandungan minyak tertinggi diketahui berada pada bagian kepala (63,8%) dan isi perut (19,9%). Pemanfaatan minyak sebagai sumber asam lemak tak jenuh omega-3 dan omega-6 dapat mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit, salah satunya diabetes mellitus. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi minyak dari limbah ikan gabus dengan tiga pelarut berbeda (heksana, kloroform, dan dietileter), dengan tujuan untuk mengetahui pelarut terbaik yang menghasilkan asam lemak omega sebagai antidiabetes. Kandungan minyak ikan gabus yang diperoleh menggunakan tiga pelarut tersebut memiliki rendemen berturut-turut 23,44%; 22,28%; dan 28,18%. Hasil ekstraksi dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer *IR* dan Kromatografi Gas Spektrometri Massa (*GC-MS*). Uji antidiabetes secara *In-Vivo* menggunakan mencit jantan. Karakterisasi dengan Spektrofotometer *IR* menunjukkan ketiga minyak ikan terdapat gugus fungsi ester ($C=O$) dengan serapan pada bilangan gelombang $1745,58\text{ cm}^{-1}$. Hasil karakterisasi *GC-MS* menunjukkan asam lemak omega yang teridentifikasi sebesar 24,00% untuk minyak ikan dengan pelarut heksana, 34,18% untuk minyak ikan dengan pelarut kloroform, dan 51,80% untuk minyak ikan dengan pelarut dietileter. Hasil uji antidiabetes menggunakan *OneWay* ANOVA yang menunjukkan hasil yang signifikan ($p \leq 0,05$) dalam penurunan kadar gula darah. Dosis ekstrak minyak ikan gabus yang paling baik pada 72,8 mg/KgBB yang dapat menurunkan kadar gula darah sebesar 60,48%.

Kata Kunci : Antidiabetes, Ikan Gabus, Mencit, Minyak Ikan

ABSTRACT

ANTIDIABETIC ACTIVITY TEST OF SNAKEHEAD FISH (*Channa striata*) WASTE OIL EXTRACT AGAINST MICE (*Mus musculus* L.)

By

Rusydi Iskandar

The head of the fish and the entrails of the snakehead fish were waste from the result of fish processing activities which is generally only taken from meat parts. The highest fish oil content is known to be in the head (63.8%) and entrails (19.9%). Utilization of oil as a source of omega-3 and omega-6 unsaturated fatty acids can prevent and treat various diseases, one of which is diabetes mellitus. This research was carried out by extracting oil from snakehead fish waste with three different solvents (hexane, chloroform, and diethylether), with the purpose is to determine the best solvent that produces omega fatty acids as antidiabetic. The snakehead fish oil content obtained using these three solvents which successively have a yield of 23.44%; 22.28%; and 28.18%. The extraction results are characterized using IR spectrophotometer and Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS). Antidiabetic test is with In-Vivo using male mice. Characterization with IR spectrophotometer shows that the three fish oils found in them is ester (C=O) functional group with an absorption at a wave number of 1745.58 cm^{-1} . The result of GC-MS characterization shows that omega fatty acids identified are 24.00% for fish oil with hexane solvent, 34.18% for fish oil with chloroform solvent, and 51.80% for fish oil with diethylether solvent. Antidiabetic test results using OneWay ANOVA which show significant results ($p \leq 0.05$) in reducing blood sugar levels. The best dosage of snakehead fish oil extract is at 72.8 mg/KgBB which could reduce blood sugar levels as big as 60.48%.

Keywords : Antidiabetic, Fish Oil, Mice, Snakehead Fish

**UJI AKTIVITAS ANTIDIABETES EKSTRAK MINYAK LIMBAH IKAN
GABUS (*Channa striata*) TERHADAP MENCIT (*Mus musculus L.*)**

Oleh

Rusydi Iskandar

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Penelitian : **UJI AKTIVITAS ANTIDIABETES EKSTRAK
MINYAK LIMBAH IKAN GABUS (*Channa
striata*) TERHADAP MENCIT (*Mus musculus L.*)**


Nama Mahasiswa : **Rusydi Iskandar**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1757011009

Program Studi : Kimia

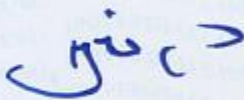
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si.
NIP. 19740717 200812 2 003


Syaiful Bahri, M.Si.
NIP. 19730825 200003 1 001

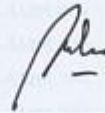
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA


Mulyono, Ph. D.
NIP. 19740611 200003 1 002

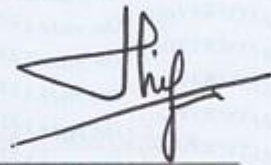
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

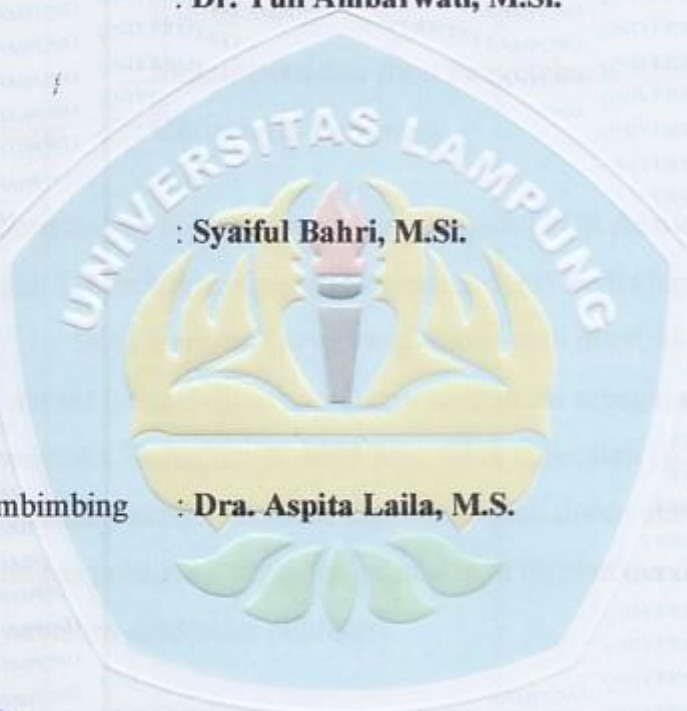
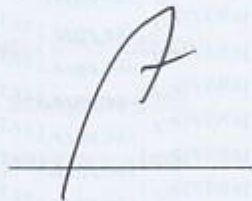
Ketua : Dr. Yuli Ambarwati, M.Si.



Sekretaris : Syaiful Bahri, M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Dra. Aspita Laila, M.S.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Satripto Dwi Yuwono, M.T.

NIP 197407052000031001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 5 Agustus 2022

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rusydi Iskandar
NPM : 1757011009
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Minyak Limbah Ikan Gabus (*Channa striata*) Terhadap Mencit (*Mus musculus* L.)” ini tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan jika sebagian atau seluruh data di dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya disebutkan dan terdapat kesepakatan sebelum dilakukan publikasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagai mestinya.

Bandar Lampung, 23 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Rusydi Iskandar

NPM 1757011009

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Rusydi Iskandar lahir di Bandar Lampung pada 28 Maret 1999. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Iskandar Syukur dan Ibu Nurlailawati.

Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Diniyyah Putri Lampung tahun 2005. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di MI Diniyyah Putri Lampung yang diselesaikan pada tahun 2011. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama diselesaikan pada tahun 2014 di SMPIT Abu Bakar Yogyakarta dan Sekolah Menengah Atas di MAN 1 Yogyakarta pada tahun 2014-2017.

Pada tahun 2017, penulis diterima di Jurusan S1 Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri-Barat (SMMPTN-Barat). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti Karya Wisata Ilmiah yang diselenggarakan oleh BEM FMIPA Unila tahun 2018. Penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) FMIPA Universitas Lampung sebagai Kader Muda Himaki (KAMI) pada periode 2018/2019 dan anggota Bidang Sosial Masyarakat (Sosmas) pada periode 2019/2020. Penulis pernah menjabat sebagai

Ketua Pelaksana *Chemistry Expo* XXIII pada tahun 2019. Pada bulan Februari 2021, penulis telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang berjudul **“Pemanfaatan Minyak Jelantah dalam Pembuatan Sabun Padat dengan Penambahan Rumput Laut”** di Laboratorium Kimia Anorganik/Fisik FMIPA Universitas Lampung. Penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Putra Daerah di Desa Bagelen, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran pada Juli-Agustus 2020.

Motto

Sebaik baik manusia adalah manusia yang paling bermanfaat bagi orang lain.

(Q.S. Al-Isra' : 7)

If you expect disappointment, then you can never really be disappointed.

(Michelle 'MJ' Jones-Waston)

One day the word "Soon" will be replaced by "Finally"

(Gabriella Margareth)

Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat) kepadamu. Namun jika kamu mengingkari (nikmat-ku), maka sesungguhnya azab-ku sangatlah pedih.

(Q.S. Ibrahim : 7)

Wahai orang-orang yang beriman, mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar"

(Q.S. Al-Baqarah : 153)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Alhamdulillah Puji Syukur kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan nikmat, Kesehatan dan Kesempatan, serta Shalawat beriring salam semoga selalu Tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya ini sebagai wujud Cinta, Bakti dan Tanggung jawabku kepada:

Kedua Orang tuaku Tercinta yang selalu memberikan Do'a, Dukungan, Cinta serta Kasih sayang, sehingga ku dapat menyelesaikan karya ini dengan baik.

Daing, abang, adik, dan keponakanku yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan do'a untukku.

Ibu Dr. Yuli Ambarwati, M.Si.

Bapak Syaiful Bahri, M.Si.

Pembimbing penelitianku yang selalu membimbingku, memberikan nasihat, tak lupa kesabaran dalam membimbing selama ini.

Semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmu, membimbing, dan membagikan pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan.

Keluarga Besar Chemistry 2017 yang selama ini mengajarkan arti Kekeluargaan, Kebersamaan dan Solidaritas.

*Serta
Almamaterku Tercinta*

SANWACANA

Alhamdulillah *rabbil' alamin*, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Minyak Limbah Ikan Gabus (*Channa striata*) Terhadap Mencit (*Mus musculus L.*)**”. Skripsi ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bimbingan, dorongan, nasihat serta bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang saya cintai, Bapak Iskandar Syukur dan Ibu Nurlailawati atas kasih sayang yang telah diberikan selama ini serta segala doa nasihat, motivasi dan dukungan finansial, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Semoga Allah SWT. membalas atas segala yang telah diberikan dengan Jannah-Nya, Aamiin.
2. Ibu Dr. Yuli Ambarwati, M.Si. selaku Pembimbing 1 penelitian atas segala bimbingan, dukungan, nasihat, motivasi, keikhlasan, kesabaran, dan ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Syaiful Bahri, M.Si. selaku pembimbing II penelitian atas semua kritik, saran, bimbingan serta motivasi dan nasihat yang selalu diberikan dengan kesabaran dan keikhlasan kepada penulis selama penelitian.

4. Ibu Dra. Aspita Laila, M.S. selaku pembahas penelitian yang telah memberikan kritik, saran, dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku pembimbing akademik atas segala bimbingan, semangat, masukan, motivasi dan saran selama perkuliahan
6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung
7. Bapak Mulyono, Ph.D. selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila
8. Ibu Dr. Mita Rilyanti, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Unila.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung atas seluruh ilmu, motivasi, dan pengalamannya yang telah diberikan kepada penulis selama menjalankan pendidikan di kampus. Semoga ilmu yang diberikan bermanfaat dan Allah SWT balas semua kebaikan bapak dan ibu dengan pahala yang berlimpah.
10. Seluruh staf administrasi dan pegawai di lingkungan Jurusan Kimia, Dekanat FMIPA, serta Universitas Lampung yang senantiasa membantu dalam sistem akademik, perkuliahan, penelitian, serta penyusunan skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
11. Daing saya Freya Nazera Iskandar, abang saya Rodzan Iskandar, adik saya Faeyzan Iskandar, abang ipar saya Rahmat Satria Dinata, dan keponakanku Syadza Hanuna Dinata yang saya cintai, yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada saya.
12. Mencit-mencitku yang telah menjadi bahan percobaan pada penelitianku ini, dengan kerelaan tubuhmu sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi.

13. Tim anak Ibu antidiabetes, Naura Tadzkiiana Nadifa S.Si., Valennisa Qunifah S.Si., dan Devi Rahmawati, S.Si. yang selalu berantem dan santai tetapi selalu memberikan semangat, kesal, marah, dan *moodbooster* kepada penulis, See You when I See You!.
14. Personil 3 Mekhanai, Arya Sanda S.Si. dan Ikromuddin S.Si. sahabat terdekatku, selalu menemani saya di kampus maupun di rumah, serta sudah memberikan pengalaman dengan berbinis Strawberry Milk, dan mengajarkan saya dalam budaya lampung. Semangat terus *guys*!
15. Sahabat-sahabat baikku, Rois, Naura, Sandi, Kadek, Jere, Baiti, Kak Eroh, dan Putri yang telah membantu dikala kesusahan dan kebingungan dalam kuliah dan menyelesaikan tugas akhir ini. See You on Top!
16. Yuli's Research Group, Hendriko, Eni, Tania, Dinara, Unggul, Qonitah, Maysya, dan Fitri yang telah memberikan semangat bagi penulis. Semoga semua urusan perkuliahan, penelitian, dan skripsi kalian dipermudahkan. Tetap kompak dan semangat ya!
17. Chemmen 17 atas kebersamaanya selama ini, Alfa, Andre, Icen, Sandi, Rois, Ikrom, Arya, Rizky, Ocad, Kadek, Jere, Fauzan, Gray, Sang, Muhlis, Pandu, Rezal, Danang, Dudung dan Doni. Tetap Solid dan Semangat boy, harus yakin kalo kita bisa jadi orang hebat!.
18. “**Kimia Kelas C 2017**” yang telah kebersamai dalam proses perkuliahan. Semoga Allah SWT. Melancarkan urusan kita semua. Aamiin
19. Teman-teman seperjuangan , Keluarga Besar “**Chemistry 2017**” , atas kebersamaanya dari awal pertemuan sebagai mahasiswa sampai sekarang dan bahkan sampai masa depan. Semoga Allah SWT memberkahi dan meridhoi kita selama menjalankan pendidikan di kampus, dan semoga kita dapat mengaplikasikan ilmu yang telah didapat dalam berbagai bidang kehidupan yang akan ditekuni selanjutnya, Aamiin. Chemistry 17!!!!, Kolaborasi Karya Luar Biasa!!!!

20. Teman-temanku yang jauh disana, Yazid, Baim, Usaid, Fanny, Abda, In, Hamdani, Nabil, Riska, Yasir, dan kakak kelas rasa teman, Adib yang selalu berkontak menanyakan kabar dan keadaan disini walaupun kalian jauh disana. Terimakasih banget lur! Semoga seterusnya terus seperti ini.
21. Teman-Teman masa kecilku hingga sekarang, Della, Karin, Nizam yang selalu mengajak kumpul saat liburan. Kalian terbaik dari yang terbaik.
22. *SQUAD* KKN-ku, Cindy Lukyta Ratih , Rifa Dian Eka Farah, dan Sintya Febrianti yang selalu bersama selama 40 hari. Kalian luar biasa!
23. Almamaterku tercinta serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bantuan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dan menyelesaikan studi sebagai mahasiswa S1 Kimia.

Akhir kata, Penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kurang dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Agustus 2022
Penulis

Rusydi Iskandar

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|------------|
| DAFTAR ISI | i |
| DAFTAR TABEL | iii |
| DAFTAR GAMBAR | iv |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Ikan Gabus | 4 |
| 2.2 Ekstraksi | 6 |
| 2.3 Minyak Ikan | 7 |
| 2.4 Asam Lemak | 9 |
| 2.5 Karakterisasi Minyak | 10 |
| 2.5.1 Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS)..... | 10 |
| 2.5.2 Spektrofotometri <i>IR</i> | 11 |
| 2.6 Diabetes Melitus..... | 11 |
| 2.7 Aloksan | 12 |
| 2.8 Mencit | 13 |
| 2.9 Metode Uji Aktivitas Antidiabetes pada Tikus Putih | 15 |
| 2.9.1 Metode Oral | 15 |
| 2.9.2 Metode Intra Peritoneal | 15 |
| 2.9.3 Metode Intra Vena | 15 |
| 2.9.4 Metode Subcutan | 16 |
| III. METODE PENELITIAN | 17 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 17 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 17 |
| 3.3 Prosedur Penelitian..... | 18 |
| 3.3.1 Ekstraksi Minyak Ikan..... | 18 |
| 3.3.2 Karakterisasi Minyak Ikan..... | 19 |
| 3.3.3 Uji Aktivitas Antidiabetes | 19 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.4 | Diagram Alir | 22 |
| 3.5 | Uji Rancangan Acak Lengkap (RAL)..... | 23 |
| IV. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 4.1 | Ekstraksi Minyak Ikan | 24 |
| 4.1.1 | Ekstraksi minyak ikan dengan tiga pelarut berbeda | 24 |
| 4.1.2 | Pemurnian Minyak Ikan Gabus | 25 |
| 4.2 | Karakterisasi Minyak Ikan | 26 |
| 4.2.1 | Spektrofotometer Infrared (IR)..... | 27 |
| 4.2.2 | Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS) | 30 |
| 4.3 | Uji Aktivitas Antidiabetes..... | 34 |
| 4.3.1 | Berat Badan Mencit | 35 |
| 4.3.2 | Kadar Gula Darah Mencit..... | 36 |
| V. | SIMPULAN DAN SARAN | 43 |
| 5.1 | Simpulan | 43 |
| 5.2 | Saran..... | 43 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 44 |
| | LAMPIRAN | 49 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Kelompok perlakuan mencit | 20 |
| 2. Tabel pengamatan rancangan acak lengkap | 23 |
| 3. Puncak serapan minyak ikan | 28 |
| 4. Asam lemak omega pada minyak ikan dengan pelarut heksana | 31 |
| 5. Asam lemak omega pada minyak ikan dengan pelarut klorofom | 32 |
| 6. Asam lemak omega pada minyak ikan dengan pelarut dietileter | 33 |
| 7. Hasil uji aktivitas antidiabetes dalam % <i>glucose lowering</i> (%GL) | 39 |
| 8. Nilai signifikan pada uji ANOVA | 40 |
| 9. Rerata kadar gula darah mencit pada minggu I setelah pemberian EMIG | 40 |
| 10. Rerata kadar gula darah mencit pada minggu II setelah pemberian EMIG | 41 |
| 11. Berat badan mencit pada keadaan awal (Normal) | 59 |
| 12. Berat badan mencit untuk perhitungan dosis | 62 |
| 13. Kadar gula darah kondisi normal | 68 |
| 14. Kadar gula darah setelah induksi | 69 |
| 15. Kadar gula darah minggu I | 69 |
| 16. Kadar gula darah Minggu II | 69 |
| 17. Uji ANOVA kadar gula darah setelah perlakuan | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>)..... | 4 |
| 2. Reaksi Hidrolisis Sempurna Minyak | 8 |
| 3. Struktur EPA (a) dan DHA (b) | 9 |
| 4. Struktur Aloksan | 13 |
| 5. Mencit (<i>Mus musculus</i> L.)..... | 14 |
| 6. Minyak ikan kasar dengan pelarut (A) heksana (B) kloroform (C) dietileter . | 25 |
| 7. Ekstrak minyak ikan gabus dengan pelarut (A) heksana (B) kloroform (C) dietileter..... | 26 |
| 8. Spektrum <i>IR</i> minyak ikan dengan pelarut (A) Heksana (B) Kloroform (C) Dietileter (D) Minyak ikan standar | 27 |
| 9. Kromatogram minyak ikan dengan pelarut heksana..... | 31 |
| 10. Kromatogram minyak ikan dengan pelarut klorofom..... | 32 |
| 11. Kromatogram minyak ikan dengan pelarut dietileter | 33 |
| 12. Grafik rerata berat badan mencit selama perlakuan..... | 35 |
| 13. Grafik rerata kadar gula darah mencit selama perlakuan..... | 37 |
| 14. Spektrum <i>IR</i> minyak ikan dengan pelarut heksana | 51 |
| 15. Spektrum <i>IR</i> minyak ikan dengan pelarut klorofom..... | 51 |
| 16. Spektrum <i>IR</i> minyak ikan dengan pelarut dietileter..... | 51 |
| 17. Data Spektrometri Massa Puncak ke-6 | 52 |
| 18. Data Spektrometri Massa Puncak ke-8 | 52 |
| 19. Data Spektrometri Massa Puncak ke-9 | 52 |
| 20. Data Spektrometri Massa Puncak ke-12 | 53 |
| 21. Data Spektrometri Massa Puncak ke-12 | 53 |

| | |
|--|----|
| 22. Data Spektrometri Massa Puncak ke-13 | 53 |
| 23. Data Spektrometri Massa Puncak ke-14 | 54 |
| 24. Data Spektrometri Massa Puncak ke-15 | 54 |
| 25. Data Spektrometri Massa Puncak ke-16 | 54 |
| 26. Data Spektrometri Massa Puncak ke-17 | 55 |
| 27. Data Spektrometri Massa Puncak ke-7 | 55 |
| 28. Data Spektrometri Massa Puncak ke-6 | 55 |
| 29. Data Spektrometri Massa Puncak ke-10 | 56 |
| 30. Data Spektrometri Massa Puncak ke-11 | 56 |
| 31. Data Spektrometri Massa Puncak ke-12 | 56 |
| 32. Data Spektrometri Massa Puncak ke-13 | 57 |
| 33. Data Spektrometri Massa Puncak ke-14 | 57 |
| 34. Data Spektrometri Massa Puncak ke-15 | 57 |
| 35. Data Spektrometri Massa Puncak ke-16 | 58 |
| 36. Data Spektrometri Massa Puncak ke-17 | 58 |
| 37. Data Spektrometri Massa Puncak ke-18 | 58 |
| 38. Penimbangan, induksi, pemberian EMIG, pengukuran kadar gula darah, dan kandang mencit | 74 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan gabus telah dimanfaatkan manusia sebagai bahan pangan sejak beberapa abad yang lalu. Ikan gabus mengandung protein, lemak, vitamin, mineral yang sangat baik. Ikan gabus merupakan sumber lemak. Lemak ikan tersusun sekitar 25% asam lemak jenuh dan 75% asam lemak tak jenuh. Lemak yang terkandung dalam ikan umumnya adalah asam lemak tak jenuh yang di antaranya dikenal dengan omega-3 dan omega-6 (Gunawan dkk., 2014).

Pontoh (2019) telah melakukan penelitian tentang ikan gabus yang kaya dengan omega-3, pada penelitian tersebut difokuskan pada ekstraksi minyak diberbagai bagian tubuh ikan gabus. Hasilnya menunjukkan bahwa total kandungan minyak untuk ikan segar utuh adalah 0,41%, kandungan minyak tertinggi berada pada bagian kepala (63,8%) diikuti oleh jeroan (19,9%) dan perut (16,3%). Asam palmitat dan *docosahexanoic acid* (DHA) adalah asam lemak utama dalam minyak ikan gabus. Minyak ikan gabus mengandung *docosahexanoic acid* (DHA) dan *ecosapentanoic acid* (EPA) berturut-turut sebesar 14,99% dan 8,65%. DHA dan EPA merupakan asam lemak omega-3.

Kepala ikan, jeroan (isi perut), duri, dan sisik ikan gabus akan menjadi limbah dari hasil kegiatan pengelolaan ikan yang umumnya hanya diambil bagian daging ikan saja. Limbah ikan yang tidak dikelola atau dimanfaatkan akan berdampak pencemaran bau yang menyengat, kerana terjadi proses dekomposisi protein ikan. Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), penyebab timbulnya bau busuk pada limbah ikan adalah karena terjadi proses penguraian protein, ataupun hasil-hasil penguraian protein dalam proses autolisis serta substansi-substansi non nitrogen

oleh bakteri. Proses ini menghasilkan pecahan-pecahan protein sederhana dan berbau busuk misalnya H₂S, amonia dan lain-lain.

Kepala ikan gabus diketahui bahwa mengandung lemak yang kaya akan vitamin A dan asam lemak omega-3 yang baik untuk kesehatan. Minyak ikan mengandung omega-3, minyak ini sangat diperlukan untuk kesehatan, minyak ikan juga mengandung asam lemak essensial yang tidak dapat diproduksi secara alami oleh tubuh. Asam lemak ini memiliki beberapa manfaat yaitu mencegah dan mengobati penyakit kardiovaskuler, perkembangan otak pada bayi dan dapat menurunkan trigliserida dalam darah (Osman *et al.*, 2001).

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan sumber protein dan mengandung protein albumin yang tinggi (Rahman *et al.*, 2018) namun, ikan gabus juga mengandung zat-zat gizi penting lainnya seperti omega-3 yang mengandung EPA dan DHA. Ikan gabus meskipun mengandung omega-3 yang cukup tinggi tetapi ikan gabus belum dimanfaatkan sebagai sumber omega-3. Menurut Soltan (2012) Minyak ikan (Omega-3) memiliki kandungan yang tinggi pada ikan diduga memiliki pontensi terhadap penyakit Diabetes mellitus. Omega-3 yang merupakan asam lemak tak jenuh yang terkandung pada minyak ikan dapat berpotensi untuk melindungi pankreas serta dapat mencegah penyakit Diabetes mellitus.

Diabetes mellitus (DM) merupakan salah satu jenis penyakit metabolik yang jumlah kasus tiap tahunnya selalu mengalami peningkatan di seluruh dunia. Diabetes melitis menjadi penyebab utama kebutaan, penyakit jantung, dan gagal ginjal. Menurut kementerian kesehatan RI (2020) *International Diabetes Federation* (IDF) memperkirakan sedikitnya terdapat 463 juta orang pada usia 20-79 tahun di dunia menderita diabetes mellitus pada tahun 2019 atau setara dengan angka prevalensi sebesar 9,3% dari total penduduk pada usia yang sama. Berdasarkan jenis kelamin, IDF memperkirakan prevalensi diabetes di tahun 2019 yaitu 9% pada perempuan dan 9,65% pada laki-laki. Jumlah penderita diprediksi terus meningkat mencapai 578 juta di tahun 2030 dan 700 juta di tahun 2045.

Penyakit diabetes mellitus ditandai dengan tingginya kadar gula darah dalam tubuh. Diabetes mellitus dibagi menjadi dua tipe yaitu diabetes mellitus tipe 1

dan tipe 2. Jumlah penderita diabetes mellitus tipe 1 sekitar 10-15% selebihnya didominasi diabetes mellitus tipe 2. Penyebab diabetes mellitus tipe 1 disebabkan kelainan genetika sedangkan penyebab diabetes mellitus tipe 2 disebabkan gaya hidup yang tidak sehat dan obesitas. Pengobatan untuk penyakit diabetes mellitus telah dilakukan dengan menggunakan berbagai terapi, seperti pengobatan diabetes mellitus tipe 1 dengan suntikan insulin dan pengobatan diabetes mellitus tipe 2 yang umumnya dengan menggunakan obat oral (Sakurai *et al.*, 2010).

Pengobatan dalam dunia medis dengan menggunakan bahan alam dari hewan masih sangat sedikit. Pemanfaatan minyak sebagai sumber asam lemak tak jenuh omega-3 dan omega-6 diketahui dapat mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit salah satunya diabetes mellitus. Aisyatussoffi dan abdulgani (2013) telah melakukan penelitian menunjukkan bahwa ekstrak minyak ikan gabus dapat menurunkan kadar glukosa darah pada mencit hiperglikemik dengan persentase penurunan sebesar 34,42%. Dari uraian diatas, maka pada penelitian ini dilakukan ekstraksi minyak ikan dari limbah ikan gabus yang diuji sebagai antidiabetes.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengekstraksi minyak ikan dari limbah ikan gabus dengan pelarut non polar.
2. Mengkarakterisasi ekstrak minyak ikan dari limbah ikan gabus.
3. Menguji aktivitas antidiabetes ekstrak minyak limbah ikan gabus menggunakan mencit.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pemanfaatan limbah ikan pada skala laboratorium dan juga pada kegiatan industri.
2. Hasil dari penelitian ini dapat diaplikasikan dalam bidang kesehatan sebagai suplemen antidiabetes.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Gabus

Ikan gabus merupakan salah satu jenis ikan karnivora air tawar yang menghuni kawasan Asia Tenggara. Ikan jenis ini dikenal sebagai ikan konsumsi dan banyak ditemui di pasaran. Ikan gabus pada fase ukuran kecil (anakan) ikan gabus terlihat eksotis sehingga banyak dimanfaatkan sebagai ikan hias dalam akuarium. Di Indonesia, ikan gabus ini dikenal dengan banyak nama daerah. Nama ikan gabus antara lain *common snakehead*, *snakehead murrel*, *chevron snakehead*, dan *stripped snakehead*. Tubuh ikan gabus umumnya berwarna coklat sampai hitam pada bagian atas dan coklat muda sampai keputih putihan pada bagian perut. Kepala agak pipih dan bentuknya seperti ular dengan sisik-sisik besar di atas kepala, oleh sebab itu, dijuluki sebagai “*snake head*”. Sisi atas tubuh ikan gabus dari kepala hingga ke ekor berwarna gelap, hitam kecoklatan atau kehijauan. Sisi bawah tubuh berwarna putih mulai dagu ke belakang. Sisi samping bercoret tebal (*striata*, bercoret-coret) dan agak kabur, warna tersebut seringkali menyerupai lingkungan sekitarnya. Mulut ikan gabus besar, dengan gigi-gigi yang tajam. Sirip punggung memanjang dengan sirip ekor membulat di bagian ujungnya (Sari dkk., 2016).



Gambar 1. Ikan Gabus (*Channa striata*)

Ikan gabus dapat diklasifikasikan sebagai berikut: (Sari dkk., 2016).

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Kelas : Actinopterygii
Ordo : Perciformes
Familia : Channidae
Genus : *Channa*
Species : *Channa striata*

Komposisi asam lemak dalam minyak ikan gabus kebanyakan mengandung asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acid/SFA*) yang lebih tinggi, jika dibandingkan asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh terdiri dari *Monounsaturated Fatty Acid* (MUFA) dan *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA) (Pontoh, 2019). Menurut Prahesty *et al.* (2017), komposisi asam lemak jenuh yang paling tinggi pada minyak ikan gabus adalah asam heksadekanoat (asam palmitat). Ikan gabus juga mengandung asam lemak, terutama asam lemak omega-3 yang sangat penting bagi kesehatan dan perkembangan otak manusia untuk potensi kecerdasannya (Panagan, *et al.*, 2011). Menurut Pontoh (2019), ikan gabus kaya akan omega-3, dimana penelitiannya difokuskan pada ekstraksi minyak di berbagai bagian tubuh ikan gabus. Hasilnya, total kandungan minyak untuk ikan segar utuh adalah 0,41%. Kandungan minyak tertinggi berada di bagian kepala (63,8%) diikuti oleh jeroan (19,9%) dan perut (16,3%). Asam palmitat dan *docosahexanoic acid* (DHA) adalah asam lemak utama dalam minyak ikan gabus. Minyak ikan gabus mengandung *docosahexanoic acid* (DHA) dan *ecosapentaenoic acid* (EPA) berturut-turut sebesar 14,99% dan 8,65%. DHA dan EPA merupakan asam lemak omega-3.

Hasil penelitian Chasanah dkk. (2015) menunjukkan bahwa ikan gabus yang dipanen dari alam memiliki kadar lemak dan kadar abu yang lebih rendah, kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan gabus budidaya, sedangkan kadar proteinnya memiliki nilai yang sama untuk ikan gabus alam dan ikan gabus budidaya. Ikan gabus budidaya juga memiliki kadar asam amino yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan gabus alam. Asam amino ini sangat dibutuhkan

oleh tubuh manusia yang berfungsi untuk memperbaiki jaringan yang rusak, melindungi hati dari zat toksik, menurunkan tekanan darah, mengatur metabolisme kolesterol, mendorong sekresi hormon pertumbuhan dan mengurangi kadar amonia dalam darah (Kamiya *et al.*,2002).

2.2 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan sifat tertentu, terutama kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Ekstraksi pada umumnya dilakukan dengan menggunakan pelarut yang didasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen lain dalam campuran, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik. Bahan yang akan diekstrak biasanya berupa bahan kering yang telah dihancurkan, biasanya berbentuk bubuk atau simplisia (Sembiring, 2007).

Secara umum teknik ekstraksi menggunakan pelarut organik dapat dibedakan menjadi 4, yaitu maserasi, perkolasi, ekstraksi dengan soklet dan refluks. Maserasi merupakan proses ekstraksi dengan perendaman sampel yang telah dihancurkan menggunakan pelarut beberapa hari sambil dilakukan pengadukan, kemudian dilakukan penyaringan atau pengepresan sehingga diperoleh cairan. Ekstraksi dengan alat soklet dan refluks dilakukan dengan bantuan pemanasan sekitar 60⁰C dan lamanya ekstraksi dapat berlangsung selama 24 jam. Ekstraktor soklet ditemukan oleh Frans von Soklet pada tahun 1879. Alat tersebut sebenarnya dibuat untuk mengekstrak lipid. Tetapi soklet tidak hanya terbatas untuk itu saja, tetapi bisa juga untuk mengekstrak komponen aktif. Prinsip dari alat ini adalah pelarut yang dipanaskan akan menguap kemudian melewati kondensor sehingga mengembun dan menggenangi selongsong yang ada di dalam tabung sokhlet. Komponen aktif dalam sampel akan larut dalam pelarut. Ketika tabung utama sudah hampir dipenuhi pelarut, secara otomatis pelarut akan jatuh kembali ke labu didih. Siklus ini akan berulang kembali. Keuntungan dari menggunakan alat ini adalah pelarut dapat digunakan kembali setelah pemakaian. Seperti halnya soklet, refluks juga menggunakan panas saat beroperasi. Alat ini terdiri dari labu didih tabung destilasi dan kondensor. Prinsip kerja dari refluks

adalah ketika sampel dan pelarut dipanaskan, komponen aktif akan menguap lebih dahulu daripada pelarut dan mengembun kembali ketika melewati kondensor dan masuk ke dalam tabung penerima. Keuntungan dari alat ini adalah pelarut dapat digunakan kembali setelah pemakaian serta selama beroperasi dapat ditinggalkan tanpa perlu penambahan kembali pelarut yang digunakan. Perkolasi merupakan teknik ekstraksi dengan cara mengalirkan pelarut ke dalam bahan secara kontinu dengan bantuan pompa dan pemanasan (Lulail, 2009).

Pada penelitian ini, teknik ekstraksi yang digunakan adalah teknik sokletasi dengan menggunakan pelarut non polar di antaranya heksana, kloroform, dan dietileter. Ekstraksi dengan alat soklet merupakan cara ekstraksi yang efisien dan efektif untuk menentukan kadar minyak atau lemak suatu bahan, karena pelarut yang digunakan dapat diperoleh kembali dan waktu yang digunakan untuk ekstraksi relatif singkat. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh metode, pelarut, suhu, serta waktu ekstraksi yang akan berpengaruh terhadap konsentrasi serta kualitas ekstrak minyak yang dihasilkan.

2.3 Minyak Ikan

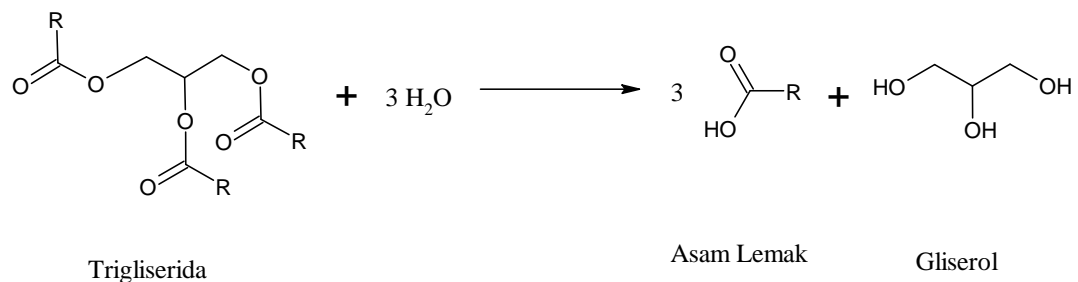
Minyak ikan adalah salah satu sumber zat gizi yang mengandung asam lemak berupa 25% asam lemak jenuh dan 75% asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh atau *polyunsaturated fatty acid* (PUFA), di antaranya adalah EPA dan DHA yang dapat membantu proses tumbuh kembangnya otak, perkembangan indra penglihatan, dan sistem kekebalan tubuh balita. Kandungan minyak di dalam ikan ditentukan beberapa faktor, yaitu jenis ikan, jenis kelamin, umur, musim, siklus bertelur, letak geografis perairan dan jenis makanan yang dikonsumsi ikan (Panagan dkk., 2011).

Minyak ikan umumnya terdiri dari berbagai jenis trigliserol berupa suatu molekul yang tersusun dari gliserol dan asam lemak. Rantai asam lemak yang terdapat dalam minyak ikan mempunyai jumlah lebih dari delapan belas karbon dan memiliki lima atau enam rangkap. Kandungan asam lemak esensial pada minyak ikan yang tinggi meliputi asam linoleat, lonilenat, dan arakidonat. Hal ini

menunjukkan bahwa asam lemak essensial tersebut termasuk asam lemak tak jenuh karena banyak mengandung ikatan rangkap (85%), sedangkan sisanya (15%) terdiri atas asam lemak yang jenuh (Rasyid, 2003).

Komposisi dari minyak ikan berbeda dengan minyak nabati dan lemak hewan darat. Minyak ikan pada umumnya mempunyai komposisi asam lemak dengan rantai karbon panjang dan ikatan rangkap banyak. Asam lemak omega-3 mempunyai ikatan rangkap pertama terletak pada atom karbon ketiga dari gugus metil. Ikatan rangkap berikutnya terletak pada atom karbon ketiga dari gugus sebelumnya. Gugus metil adalah gugus terakhir dari rantai asam lemak. Contoh dari asam lemak omega-3 adalah asam eikosapentanoat (EPA) dan asam dekosaheksanoat (DHA) (Estiasih dkk., 2009).

Hidrolisis sempurna pada minyak menghasilkan komponen asam lemak dan gliserol, seperti pada Gambar 2.

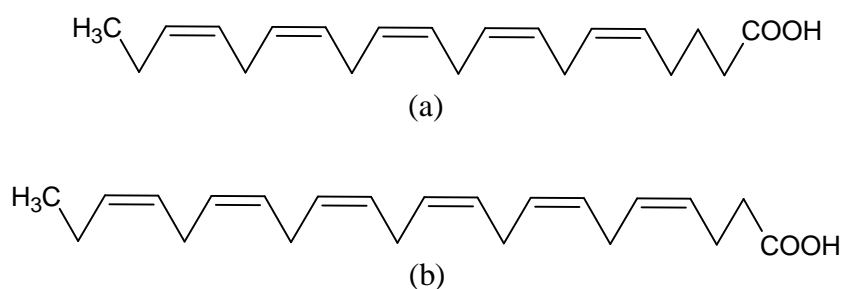


Gambar 2. Reaksi Hidrolisis Sempurna Minyak

Minyak ikan bekerja menurunkan kadar glukosa darah karena adanya dua zat yaitu, omega 3 dan albumin. Omega 3 akan menstimulasi zink ke membran sel dan meningkatkan proses sintesis insulin. Zink diperlukan untuk membentuk proinsulin yang akan diubah menjadi insulin. Asam lemak omega-3 dapat mengurangi resiko diabetes mellitus pada tikus, pemberian minyak ikan pada tikus memiliki efek penghambatan peningkatan glukosa darah. Konsumsi minyak ikan yang lebih tinggi akan meningkatkan kadar insulin didalam tubuh, yang menyebabkan sel beta penghasil insulin mendapat rangsangan dari omega-3 yang kemudian memicu akan sekresi insulin (Soltan, 2012).

2.4 Asam Lemak

Asam lemak merupakan senyawa penyusun lemak dan minyak, biasanya tersusun oleh molekul tak bercabang yang mengandung atom karbon sebanyak 14 sampai 22. Ketidajenuhan dalam lemak dan minyak biasanya ditentukan dengan adisi kuantitatif iodine kepada ikatan rangkap duanya. Penghidrogenan ikatan rangkap dua minyak tak jenuh adalah cara dalam industri untuk mengubah minyak menjadi lemak. Oksidasi yang dikaitkan dengan ikatan rangkap itu paling baik dari segi niaga maupun segi biologi. Asam lemak jenuh maupun tidak jenuh biasanya diperoleh kembali dari hidrolisis bahan lipid. Ikatan rangkap duanya umumnya memiliki konfigurasi Z (*cis*). Struktur umum dari DHA dan EPA yang termasuk omega-3 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur EPA (a) dan DHA (b)

Asam lemak jenuh dalam struktur kimianya tidak memiliki ikatan rangkap. Ada beberapa asam lemak jenuh, baik yang terdapat pada tumbuhan, hewan, maupun manusia. Asam lemak jenuh umumnya merupakan unit penyusun lemak hewan atau manusia. Contoh asam lemak jenuh seperti asam butirat, asam kaprat, asam palmitat (Sumardjo, 2009).

Asam lemak tak jenuh dalam struktur kimianya memiliki dua atau lebih ikatan rangkap. Ikatan rangkap tersebut bersifat nonkonjugasi, oleh karena itu ikatan tersebut tidak berdampingan tetapi dipisahkan oleh gugus metilen (-CH₂-). Dibandingkan dengan asam-asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh memiliki titik lebur lebih rendah. Contoh asam lemak tak jenuh di antaranya asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, dan asam arakidonat (Sumardjo, 2009).

Asam lemak dibedakan berdasarkan banyaknya jumlah karbon yang terkandung. Asam lemak rantai pendek (6 atom karbon atau kurang), rantai sedang (8 atom karbon hingga 12 karbon), rantai panjang (14 hingga 18 atom karbon), dan rantai sangat panjang (20 atom karbon atau lebih). Semua lemak bahan makanan hewani dan sebagian besar minyak nabati mengandung asam lemak rantai panjang, asam lemak rantai sangat panjang terdapat dalam minyak ikan. Titik cair asam lemak meningkat dengan bertambahnya panjang rantai karbon (Almatsier, 2004).

Asam-asam lemak alami yang termasuk asam lemak Omega-3 adalah asam linolenat (C18:3, ω -3), asam eikosapentaenoat atau EPA (C20:5, ω -3), asam dokosaheksaetanoat atau DHA (C22:6, ω -3), sedangkan untuk Omega-6 adalah asam linoleat (C18:2, ω -6) dan asam arakidonat ARA (C20:4, ω -6) adapun yang lebih dominan dalam minyak ikan adalah DHA, ARA dan EPA.

2.5 Karakterisasi Minyak

2.5.1 Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS)

Pada instrumen Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS), terdapat dua blok utama yaitu kromatografi gas dan spektrometri massa. Kromatografi gas memisahkan asam lemak yang terdapat pada sampel minyak ikan. Pemisahan ini berdasarkan kemampuan masing-masing asam lemak dalam fase gerak berinteraksi dengan fase diam pada kolom kromatografi. Pemisahan ini ditunjukkan dengan adanya waktu retensi yang berbeda dari setiap asam lemak. Waktu retensi ini ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak pada kromatogram. Luas puncak pada kromatogram ini setara dengan konsentrasi atau kadar asam lemak yang terdapat pada sampel. Asam lemak yang dianalisis sebelumnya diubah dalam bentuk ester supaya asam lemak tersebut mempunyai titik didih yang rendah (Panagan dkk., 2011).

Setelah asam lemak dipisahkan oleh kromatografi, asam lemak masuk ke detektor spektrometri massa. Asam lemak akan diionisasi dan difragmentasi sehingga

terpecah menjadi fragmen–fragmen yang dapat dideteksi dengan rasio massa dan muatan. Jenis asam lemak akan ditampilkan dalam bentuk pola fragmentasi yang menunjukkan berat molekul atau rumus molekul dari senyawa yang terdeteksi. Pola fragmentasi ini akan dibandingkan dengan pola fragmentasi yang terdapat pada data base komputer sehingga diketahui jenis asam lemak yang diidentifikasi (Panagan dkk., 2011).

2.5.2 Spektrofotometri *IR*

Pada pengukuran menggunakan Spektrofotometer *Infrared (IR)* dilakukan pada bilangan gelombang antara 400-4500 cm^{-1} . Daerah bilangan ini merupakan daerah optimum untuk penyerapan sinar *IR* bagi ikatan-ikatan dalam senyawa organik. Dasar dari pengukuran spektroskopi inframerah adalah suatu ikatan kimia yang dapat bervibrasi sesuai dengan level energinya sehingga memberikan level yang spesifik. Jenis-jenis vibrasi molekul biasanya terdiri dari enam macam, yaitu *symmetrical stretching*, *assymmetrical stretching*, *scissoring*, *rocking*, *wagging*, dan *twisting*. Daerah inframerah dibagi menjadi tiga sub daerah, yaitu inframerah dekat (14000-4000 cm^{-1}), inframerah sedang (4000- 400 cm^{-1}), dan inframerah jauh (400-10 cm^{-1}) (Stuart, 2004).

Prinsip dari Spektrofotometri *Infrared (IR)* adalah bila radiasi inframerah dilewatkan melalui suatu cupikan, maka molekul-molekulnya dapat menyerap energi sehingga terjadi transisi antara vibrasi dasar dan tingkat vibrasi tereksitasi. Pengabsorbansian energi pada berbagai frekuensi dapat dideteksi oleh spektrofotometer inframerah, yang memplot jumlah radiasi inframerah yang diteruskan melalui suatu cupikan sebagai fungsi frekuensi atau panjang gelombang radiasi. Plot disebut spektrum inframerah yang memberikan gugus fungsional (Silverstein *et al.*, 2005).

2.6 Diabetes Melitus

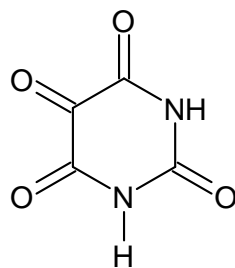
Diabetes mellitus (DM) adalah suatu penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang disebabkan karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau

keduanya. Diabetes mellitus memiliki dua tipe yang disebut sebagai diabetes mellitus tipe 1 dan tipe 2. Diabetes mellitus tipe 1, tubuh tidak memproduksi insulin atau memproduksi tetapi hanya dalam jumlah dibawah rata-rata (sedikit) sedangkan pada diabetes mellitus tipe 2, merupakan penurunan fungsi pankreas dan insulinnya. Diabetes mellitus tipe 2 umumnya terjadi pada usia dewasa lebih dari 45 tahun, walaupun dalam perkembangannya ada yang mengalami pada usia yang lebih rendah. Sekitar 90% penderita diabetes mellitus adalah diabetes mellitus tipe 2. Pada diabetes mellitus tipe 2, pankreas masih memproduksi insulin, namun insulin tersebut tidak efektif bekerja sehingga muncul beberapa gejala seperti hiperglikemia, glikosuria, dan penurunan sensitifitas insulin (Krejpcio, 2001).

Diabetes mellitus (DM) adalah kelompok gangguan yang secara klinis dan genetis heterogen, ditandai oleh konsentrasi glukosa darah yang tinggi secara abnormal. Beberapa proses patogenik terlibat dalam perkembangan diabetes, berkisar dari kerusakan autoimun sel- β pankreas dari sekresi insulin yang tidak memadai atau berkurangnya respons jaringan terhadap insulin pada satu atau lebih titik di jalur kompleks dari tindakan hormon. Pasokan kekurangan insulin menyebabkan kelainan pada metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Gangguan metabolik ini menghasilkan komplikasi diabetes akut dan jangka panjang, yang bertanggung jawab atas kematian dan cacat dini (*American Diabetes Association, 2004*).

2.7 Aloksan

Aloksan (2,4,5,6-tetraoksipirimidin) merupakan senyawa hidrofilik dan tidak stabil. Waktu paruh (pada suhu 37°C dan pH netral) adalah 1.5 menit dan bisa lebih lama pada suhu yang lebih rendah. Aloksan sebagai diabetogenik, dapat digunakan secara intravena, intraperitoneal dan subkutan. Dosis intravena yang biasanya digunakan 65 mg/kg BB, sedangkan dosis intraperitoneal dan subkutan adalah 2-3 kalinya (Szkudelski, 2001; Rees and Alcolado, 2005).



Gambar 4. Struktur Aloksan

Senyawa aloksan merupakan salah satu zat diabetogenik yang bersifat toksik, terutama terhadap sel- β pankreas, dan apabila diberikan kepada hewan coba seperti tikus dapat menyebabkan hewan coba tikus menjadi diabetes. Kerusakan sel- β pankreas menyebabkan tubuh tidak bisa menghasilkan insulin sehingga menyebabkan kadar glukosa darah meningkat (terjadi keadaan hiperglikemia). Kondisi hiperglikemia menurut Robertson *et al.* (2003) dapat menghasilkan pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS = *reactive oxygen species*). ROS yang berlebihan dapat menyebabkan stres oksidatif dan dapat memperparah kerusakan sel- β pankreas.

Menurut Szkudelski (2001), aloksan di dalam tubuh mengalami metabolisme oksidasi reduksi menghasilkan radikal bebas dan radikal aloksan. Radikal ini mengakibatkan kerusakan pada sel- β pankreas. Pada pulau Langerhans terlihat pengurangan jumlah massa sel, beberapa pulau Langerhans mengalami kerusakan, dimana ukuran menjadi lebih kecil bahkan ada yang hancur dan menghilang. Akibat kerusakan sel beta, sel beta tersebut tidak mampu menghasilkan insulin sehingga terjadi penyakit diabetes yang dikarakterisasi dengan keadaan hiperglikemia.

2.8 Mencit

Mencit (*Mus musculus L.*) merupakan salah satu hewan percobaan yang sering digunakan untuk penelitian. Mencit termasuk hewan pengerat yang cepat berkembang biak, mudah dipelihara dalam jumlah banyak, dan variasi genetiknya cukup besar. Mencit dijadikan hewan percobaan yang efisien karena mudah

dipelihara, tidak memerlukan tempat yang luas, waktu kehamilan yang singkat, dan memiliki banyak anak per kelahiran (Somala, 2006).

Klasifikasi mencit laboratorium adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Kelas : Mamalia
Ordo : Rodentia
Familia : Muridae
Genus : *Mus*
Species : *Mus musculus* L.



Gambar 5. Mencit (*Mus musculus* L.)

Mencit (*Mus musculus* L.) adalah anggota Muridae (tikus-tikusan) yang berukuran kecil. Mencit sering digunakan sarana penelitian, pengujian, dan pendidikan. Kaitannya dengan penelitian, mencit digunakan sebagai model penyakit manusia dalam hal genetika. Hal tersebut karena kelengkapan organ, kebutuhan nutrisi, metabolisme, dan biokimianya cukup dekat dengan manusia. Seluruh tubuh mencit berwarna putih dari ujung kepala hingga ekor, sedangkan matanya berwarna merah jambu. Dilihat dari struktur anatominya, mencit memiliki lima pasang kelenjer susu. Distribusi jaringan menyebar, membentang dari garis tengah, ventral atas panggul, dada, dan leher. Paru-paru kiri terdiri dari satu lobus, sedangkan paru-paru kanan terdiri dari empat lobus. Mencit jantan digunakan dengan alasan kondisi biologisnya stabil jika dibandingkan dengan mencit betina yang kondisi biologisnya dipengaruhi masa siklus estrus. Disamping keseragaman jenis kelamin, hewan uji yang digunakan juga

mempunyai keseragaman berat badan (antara 30-40 gram) dan umur (2-3 bulan). Hal ini bertujuan untuk memperkecil variabilitas biologis antar hewan uji yang digunakan sehingga dapat memberikan respon yang relatif lebih seragam (Nugroho, 2006).

2.9 Metode Uji Aktivitas Antidiabetes pada Tikus Putih

Uji aktivitas antidiabetes pada tikus putih terdiri dari 4 metode, yaitu sebagai berikut: (Diehl *et al.*, 2001).

2.9.1 Metode Oral

Penyuntikan dilakukan dibawah kulit pada daerah leher. Metode ini dilakukan dengan memegang mencit pada bagian tengkuknya, kemudian jarum oral yang telah diisi larutan dimasukkan ke mulut mencit melalui langit-langit yang didorong larutan tersebut dan dimasukkan kedalam esofagus (Kerongkongan).

2.9.2 Metode Intra Peritoneal

Penyuntikan dilakukan pada perut sebelah kanan garis tengah, jangan terlalu tinggi agar tidak mengenai hati dan kantung kemih. Hewan dipegang pada punggung sehingga kulit abdomen menjadi tegang dan saat penyuntikan posisi kepala lebih rendah dari abdomen. Suntikan jarum menembus kulit dan otot masuk ke rongga peritoneal.

2.9.3 Metode Intra Vena

Metode ini penyuntikan dilakukan pada vena ekor. Letakkan hewan pada wadah tertutup, sedemikian rupa sehingga mencit tidak leluasa untuk bergerak-gerak dengan ekor menjulur keluar. Pijat-pijat ekor mencit agar pembuluh darahnya melebar. Pegang ujung ekor dengan tangan satu dan suntik dengan tangan yang lain.

2.9.4 Metode Subcutan

Pemberian obat secara subkutan adalah pemberian obat dengan cara penyuntikan ke area bawah kulit yaitu pada jaringan konektif atau lemak dibawah dermis.

Biasanya penyuntikan dengan metode subkutan pada hewan uji dilakukan pada bagian tengkuk dengan suntikan antara 45° - 90° bergantung pada posisi jaringan dan panjang jarum.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga bulan April 2022 di Laboratorium Organik FMIPA Universitas Lampung. Karakterisasi minyak ikan dengan *GC-MS* dilakukan di laboratorium kimia Universitas Negeri Semarang (UNNES). Karakterisasi Spektrofotometri *Infrared (IR)* dilakukan di laboratorium Institut Teknologi Bandung (ITB). Analisis Uji aktivitas antidiabetes dilakukan di Unit Pengelolaan Hewan Percobaan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain oven, blender, neraca analitik, satu set alat soklet, *heating mantle*, labu bulat datar 1000 mL, *rotary evaporator*, labu bulat 500 mL, seperangkat alat gelas (erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, labu ukur), seperangkat alat GCMS dan Spektrofotometri *IR*, pipet tetes, batang pengaduk, spatula, lemari pendingin, statif dan klem, seperangkat alat uji bioaktivitas (bak untuk tempat tidur mencit, tempat makan dan minum mencit), *syringe*, alat oral (sonde), dan glukometer.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain ikan gabus (kepala dan jeroan), kertas saring, benang kasur, heksana, kloroform, dietil eter, mecit putih, merang (kulit biji padi), pakan mencit berupa pelet, strip glukometer, aloksan, akuades, akuades pro-injeksi, glibenklamid 5 mg, Na-CMC, dan alkohol 70%.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Ekstraksi Minyak Ikan

Pembuatan Sampel

Ikan gabus yang diperoleh dari pedagang ikan yang berlokasi di pasar koga, Bandar Lampung. Ikan gabus yang digunakan dengan bobot ± 500 gram sebanyak 6 ekor, kemudian diambil kepala dan isi perut ikan gabus selanjutnya ditimbang. Limbah ikan gabus dicuci bersih dan kepala ikan gabus dipotong menjadi 4 bagian kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu $80-100^{\circ}\text{C}$ selama ± 4 jam hingga kering. Kepala ikan gabus yang telah kering selanjutnya dihaluskan menggunakan blender.

Ekstraksi Minyak

Serbuk ikan ditimbang kemudian dimasukkan kedalam tabung ekstraksi soklet yang sebelumnya telah dibungkus dengan kertas saring dan diikat dengan benang kasar. Air pendingin selanjutnya dialirkan melalui kondensor dan labu bulat datar dipasang pada alat soklet kemudian dimasukkan pelarut heksana (X_1), kloroform (X_2), dan dietileter (X_3), dengan perbandingan rasio 1:4 g/mL (sampel:pelarut) sokletasi selama 4-5 jam. Pelarut yang telah mengandung ekstrak kasar dikeluarkan dari soklet.

Hasil sampel atau ekstrak kasar selanjutnya diuapkan dimasukkan ke dalam labu alas bulat dengan volume $\frac{2}{3}$ bagian dari volume labu alas bulat yang digunakan, kemudian *waterbath* dipanaskan sesuai dengan suhu pelarut yang digunakan. Setelah suhu tercapai, labu alas bulat yang telah berisi sampel atau ekstrak cair dipasang dengan kuat pada ujung rotor yang menghubungkan kondensor. Aliran air pendingin dan pompa vakum dijalankan, kemudian tombol rotor diputar dengan kecepatan tertentu (5-8 putaran). Proses penguapan ini dilakukan hingga diperoleh ekstrak kental yang ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung udara yang pecah-pecah pada permukaan ekstrak atau jika sudah tidak ada lagi pelarut yang menetes pada labu alas bulat penampung. Setelah proses penguapan selesai, *Rotary Evaporator* dihentikan dengan cara terlebih dahulu

dilakukan pemutaran tombol rotor kearah nol (menghentikan putaran rotor) dan temperatur pada *waterbath* di-nol-kan. Pompa vakum dihentikan, kemudian labu alas bulat dikeluarkan setelah sebelumnya kran pengatur tekanan pada ujung kondensor dibuka (Ahyari, 2009).

3.3.2 Karakterisasi Minyak Ikan

Karakterisasi ekstrak minyak ikan gabus yang telah terbentuk dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer *Infrared (IR)* untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam ekstrak minyak ikan gabus pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} dan Kromatografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS) untuk mengetahui asam lemak yang terdapat pada ekstrak minyak ikan gabus.

3.3.3 Uji Aktivitas Antidiabetes

Metode yang digunakan dalam uji antidiabetes terhadap mencit (*Mus musculus* L.) dilakukan berdasarkan prosedur dalam pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) pada struktur histologi pankreas dan kadar glukosa darah mencit (*Mus musculus*) hiperglikemik (Aisyatussoffi dan abdulgani, 2013) dan Profil Glukosa Darah Tikus Putih Setelah Pemberian Ekstrak Minyak Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Sebagai Alternatif Antidiabetes (Hidayaturrahmah dkk., 2017).

Pemeliharaan Hewan

Mencit jantan yang berumur 2-3 bulan sebanyak 30 ekor, dibagi menjadi 6 kelompok (masing-masing 5 ekor) diaklimatisasi di dalam laboratorium selama 7 hari dan dipelihara dan diperlakukan secara standar dengan kandang dan pakan sesuai dengan kondisi laboratorium. Alas kandang diberi sekam secara merata, serta setiap hari diberi pakan standar berupa pellet dan air minum. Sebelum pengecekan kadar gula darah, mencit dipuasakan selama 18 jam pada hari ke-8. Pengecekan dilakukan dengan menggunakan glukometer.

Tabel 1. Kelompok perlakuan mencit

| Kelompok | | Keterangan | Jumlah (ekor) |
|--|-----------|------------|---------------|
| Kontrol | Normal | A | 5 |
| | Positif | B | 5 |
| | Negatif | C | 5 |
| EMIG (Ekstrak Minyak Ikan Gabus) | Dosis I | D | 5 |
| | Dosis II | E | 5 |
| | Dosis III | F | 5 |
| Total Perlakuan Mencit | | | 30 |

Perlakuan Hewan

Induksi aloksan dilakukan pada 5 kelompok (B, C, D, E, dan F) pada hari ke-9. Masing-masing mencit ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat badan yang berhubungan dengan banyaknya aloksan yang diinduksi. Acuan dosis aloksan yang digunakan yaitu 150 mg/kg berat badan. Aloksan kemudian dilarutkan dengan akuades pro-injeksi. Bagian tengkuk mencit dibersihkan dengan alkohol 70% pada saat sebelum penyuntikan, kemudian *syringe* yang sudah berisi larutan aloksan diinjeksi pada bagian tengkuk dengan suntikan antara 45°-90° bergantung pada posisi jaringan dan panjang jarum. Mencit kelompok A tidak diinduksi aloksan. Berdasarkan *American Diabetes Association* (2010), kriteria diagnose terjadinya peningkatan kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus (DM) apabila diperoleh kadar gula darah puasa ≥ 126 mg/dL dan kadar gula darah acak ≥ 200 mg/dL

Desain Percobaan

Mencit kelompok uji (D, E, dan F) yang memiliki kadar glukosa darah ≥ 200 mg/dL, diberi dengan ekstrak ikan gabus secara oral pada hari ke-13 dengan acuan dosis 18,2 mg/kg BB; 36,4 mg/kg BB; dan 72,8 mg/kg BB dilakukan setiap hari selama 14 hari (Hidayaturrahmah dkk., 2017). Dengan rincian percobaan sebagai berikut:

- Kontrol normal (A) : Tidak diinduksi aloksan, hanya diberi pakan standar dari awal hingga akhir penelitian
- Kontrol Positif (B) : Diinduksi aloksan kemudian diberi glibenklamid
- Kontrol Negatif (C) : Diinduksi aloksan tanpa pemberian apapun (hiperglikemik)
- EMIG Dosis I (D) : Diinduksi aloksan kemudian diberikan EMIG dengan dosis 18,2 mg/kg BB dalam suspensi Na-CMC 0,5%.
- EMIG Dosis II (E) : Diinduksi aloksan kemudian diberikan EMIG dengan dosis 36,4 mg/kg BB dalam suspensi Na-CMC 0,5%.
- EMIG Dosis III (F) : Diinduksi aloksan kemudian diberikan EMIG dengan dosis 72,8 mg/kg BB dalam suspensi Na-CMC 0,5%.

Pengukuran Kadar Glukosa Darah

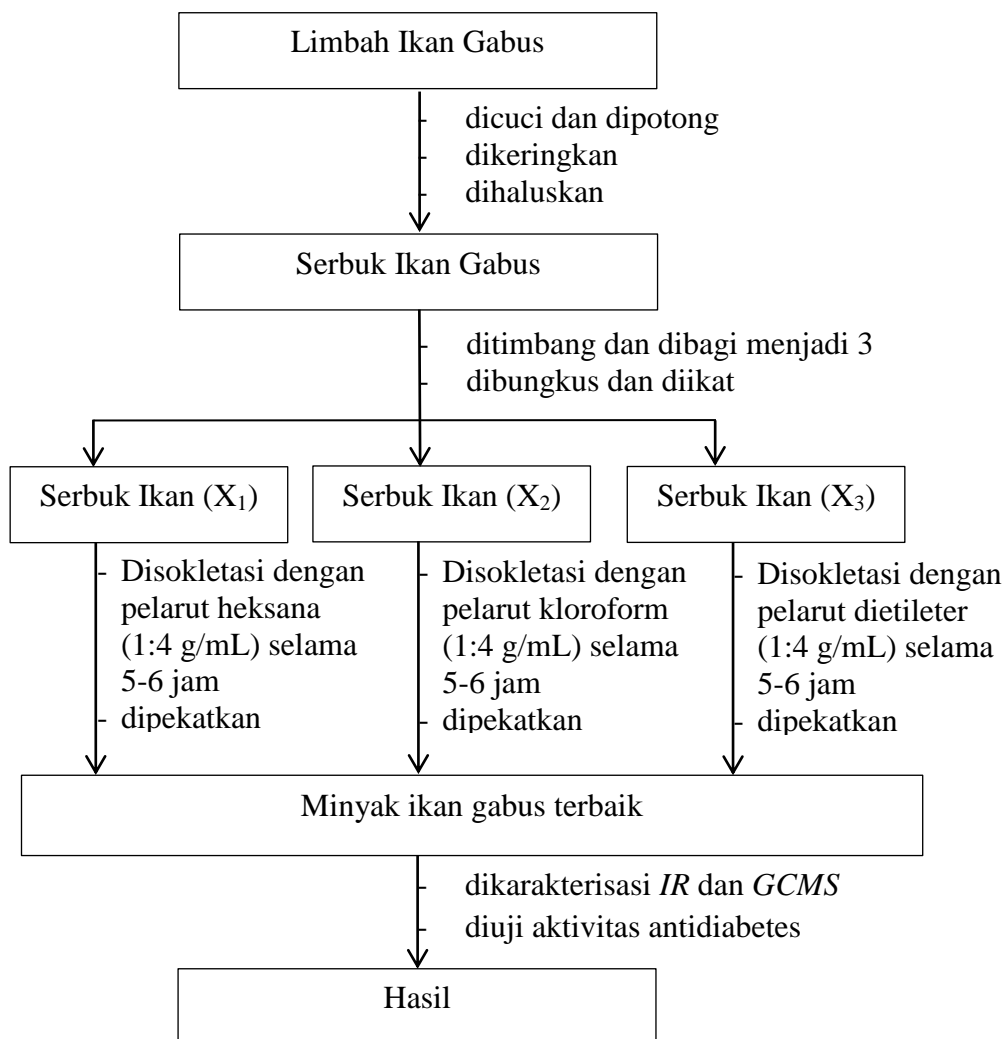
Mencit dipuasakan selama 18 jam sebelum pengecekan kadar glukosa darah. Pengecekan dilakukan dengan menggunakan glukometer. Pengecekan kadar glukosa darah dilakukan pada hari ke-8 (setelah aklimatisasi), 15 (setelah induksi hiperglikemik), 23 (setelah terapi ekstrak ikan gabus hari ke-7) dan 31 (akhir seluruh perlakuan). Hal ini dilakukan supaya dapat dibandingkan kadar glukosa darah mencit pada kondisi normal (A), hiperglikemik setelah diberikan glibenklamid (B), hiperglikemik (C), dan hiperglikemik setelah terapi dengan perbedaan dosis ekstrak ikan gabus (D, E, dan F).

Pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus sebagai menurunkan kadar glukosa darah pada mencit hiperglikemik disajikan dengan perhitungan hasil uji *Oneway* ANOVA rata-rata kadar glukosa darah tiap kelompok pelakuan pada hari terakhir dilakukan. Persentase penurunan kadar glukosa darah mencit didapatkan dari penilaian aktivitas antidiabetes *in vivo* yaitu:

$$\%GL = \frac{(\text{Glukosa})_{\text{sblm prlkn}} - (\text{Glukosa})_{\text{stlh prlkn}}}{(\text{Glukosa})_{\text{sblm prlkn}}} \times 100\%$$

3.4 Diagram Alir

Adapun seluruh prosedur penelitian yang dilakukan dalam metode diringkas sebagai berikut:



3.5 Uji Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 kelompok perlakuan dan 5 kali pengulangan. Bentuk uji RAL pada penelitian yang akan dilakukan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel pengamatan rancangan acak lengkap

| Kelompok | Perlakuan Mencit | | | | | Total Mencit | |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | | |
| Kontrol | K1 | K _{1.1} | K _{1.2} | K _{1.3} | K _{1.4} | K _{1.5} | 5 |
| | K2 | K _{2.1} | K _{2.2} | K _{2.3} | K _{2.4} | K _{2.5} | 5 |
| | K3 | K _{3.1} | K _{3.2} | K _{3.3} | K _{3.4} | K _{3.5} | 5 |
| EMIG | D1 | D _{1.1} | D _{1.2} | D _{1.3} | D _{1.4} | D _{1.5} | 5 |
| | D2 | D _{2.1} | D _{2.2} | D _{2.3} | D _{2.4} | D _{2.5} | 5 |
| | D3 | D _{3.1} | D _{3.2} | D _{3.3} | D _{3.4} | D _{3.5} | 5 |
| Total Perlakuan mencit | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 30 | |

Keterangan

K1 = Kelompok Kontrol (-)

K2 = Kelompok Kontrol (+)

K3 = Kelompok Kontrol (n)

D = Dosis Ekstrak Minyak Ikan Gabus (EMIG)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Rendemen yang diperoleh dari ekstraksi minyak ikan gabus dengan pelarut heksana, kloroform, dan dietileter sebesar 23,44%; 22,28%; dan 28,18%.
2. Hasil dari karakterisasi menggunakan Spektrofotometer *Infrared (IR)* menunjukkan bahwa minyak ikan telah berhasil diisolasi, ditandai dengan adanya serapan karbonil C=O ester.
3. Hasil dari karakterisasi menggunakan Kromatografi gas spektrometri massa (*GCMS*) menunjukkan bahwa asam lemak omega yang paling tinggi pada ekstraksi minyak ikan gabus dengan pelarut dietileter sebesar 51,80%.
4. Hasil uji aktivitas antidiabetes menunjukkan ekstrak minyak ikan gabus (dengan pelarut dietileter) dapat menurunkan kadar gula darah secara signifikan dengan nilai uji ANOVA ($p \leq 0,05$).
5. Dosis yang paling efektif dalam menurunkan kadar gula darah adalah dosis ketiga yaitu 72,8 mg/KgBB dengan nilai persentase penurunan kadar gula (%GL) sebesar 60,48%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka saran untuk penelitian selanjutnya yaitu menggunakan metode lain dalam uji aktivitas antidiabetes dengan uji *in vitro* atau dengan kultur jaringan dan dosis yang digunakan dibesarkan untuk mengetahui dosis yang paling efisien menurunkan kadar gula darah sehingga dapat memperluas pengetahuan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, J. 2009. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Kimia Fraksi ekstrak Buah Tumbuhan Manuran (Captosapelta tomentosa Valetanex K.Heyne) Asal Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan*. Skripsi. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Aisyatussoffi, N. dan Abdulgani, N. 2013. Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus (*Channa striata*) pada Struktur Histologi Pankreas dan Kadar Glukosa Darah Mencit (*Mus musculus*) Hiperglikemik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 2 (1).
- Almatsier, S. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- American Diabetes Association. 2004. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 27:5-10.
- Chasanah E, Nurilmala M, Purnamasari AR, dan Fithriani D.2015. Komposisi Kimia Kadar Albumin dan Bioaktifitas Ekstrak Protein Ikan Gabus (*Channa striata*) Alam dan Hasil Budidaya. *JPB Kelautan dan Perikanan*. 10 (2):123-132.
- Cowin, E. J. 2008. *Handbook of pathophysiology 3 edition*. Lippicott Williams & Wilkins. USA.
- Diehl, K.H., Hull, R., Morton, D., Pfister, R., Rabemampianina, Y., Smith, D., Vidal, J.M. and Vorstenbosch, C.V. 2001. A Good Practice Guide to the Administration of Substances and Removal of BLOOD, Including, Routes, and Volume. *Journal of Applied Toxicology*. 21:15-23.

- Estiasih T, Ahmadi Kgs, Nisa CF, dan Kusumastuti F. 2009. Optimasi kondisi pemurnian asam lemak omega-3 dari minyak hasil samping penepungan tuna (*Thunnus sp*) dengan kristalisasi urea. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(2):135-142.
- Gunawan, E.R., Handayani, S.S., Kurniawati L., Murniati, Suhendra, D., dan Nurhidayanti. 2014. Profil kandungan asam lemak tak jenuh pada ekstrak minyak Ikan Lele (*Clarias Sp*) hasil reaksi esterifikasi dan transesterifikasi secara enzimatis. *Chem. Prog*. 7(2) : 88-95.
- Hastarini, E., Fardiaz, D., Irianto, H. E., & Budhijanto, S. 2013. Karakteristik minyak ikan dari limbah pengolahan filet Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) dan Patin Jambal (*Pangasius djambal*). *Agritech*, 32(04).
- Hendayana, R. 2011. *Metode Analisis Data Hasi Pengkajian*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi. Bogor.
- Hidayaturrahmah, Heri B. S. dan Nurlely. 2017. Profil Glukosa Darah Tikus Putih Setelah Pemberian Ekstrak Minyak Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Sebagai Alternatif Antidiabetes. *Jurnal Pharmascience* 4(2): 219-226.
- Hwang, K. T., Kim, J. E., Kang, S. G., Jung, S. T., Park, H. J., & Welleer, C. L. 2006. Fatty acid composition and oxidation of lipids in Korean Catfish. *Journal American Oil Chem.*, 81, 123-127.
- Iberahim, N.I. Chee han Y. Hamzah Z. and Khairunissa S.A.S. 2020. Extraction of Omega-3 Fatty Acid from Jade Perch (*Scortum barcoo*) Using Enzymatic Hydrolysis Technique. *Indones. J. Chem*. 20 (2): 282 – 291.
- Ilza, M., dan Yusni, I. S. 2015. Sosialisasi penambahan minyak perut Ikan Jambal Siam dan minyak Ikan Kerapu pada bubur bayi untuk memenuhi standar omega 3 dan omega 6. *JPHPI*. 18(3), 262-275.

- Jangga dan Suriani. 2016. Uji Efek Ekstrak Daun Kompri (*Symphytum officinale* L.) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Mencit (*Mus musculus*). *The National Journal of Pharmacy*. 13 (2).
- Kamiya T, Miyukigaoka S, and Ibaraki T. 2002. Biological Functions and Health Benefits of Amino Acids. *Food and Food Ingredients Journal* 68(3): 206-210.
- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi: Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Krejpcio, Z. 2001. Essentiality of Chromium for Human Nutrition and Health. *Journal of Environmental Studies*. 10 : 399-404.
- Lulail, J. 2009. *Kajian Hasil Riset Potensi Antioksidan di Pusat Informasi Teknologi Pertanian Fateta IPB serta Aplikasi Ekstrak Bawang Putih, Lada, dan Daun Sirih pada Dendeng Sapi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Murniyati, AS dan Sunarman. 2000. *Pendinginan Pembekuan dan Pengawetan Ikan*. Kanisius. Yogyakarta.r
- Nugroho, A. E. 2006. *Animal Models of Diabetes Mellitus : Pathology and Mechanism of Some Diabetogenics*. Fakultas Farmasi UGM. Yogyakarta. Review. 7: 378-382.
- Osman H, Suriah AR, dan Law EC. 2001. Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Selected Marine Fish in Malaysian Water. *Food Chemistry*. 75: 55- 60.
- Panagan, A. T., Yohandini, H., dan Gultom, J. U. 2011. Analisa Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak jenuh Omega-3 dari Minyak Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) dengan Metoda Kromatografi Gas. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol. 14 (4): 38-40.

- Pontoh, J. 2019. Extraction and characterization of fish oil from various parts of snakehead fish (*Chana striata*). *International Journal of ChemTech Research*. 12(1) : 323-328.
- Prahesty, F.D., Maulana, I.T., and Dasuki, U.A. 2017. Fatty acid content profile fish nilem (*Osteochillus hasselti*) and fish cork (*Channa striata*) using spectroscopy gas chromatography mass. *Prosiding Farmasi*. 3(2) : 407-414.
- Rahman M.A., Molla M.H.R., Sarker M.K., Chowdhury S.H., and Shaikh M.M. 2018. Snakehead Fish (*Channa striata*) and Its Biochemical Properties for Therapeutics and Health Benefits. *SF Journal of Biotechnology and Biomedical Engineering*. 1.
- Rasyid, Abdullah. 2003. Asam Lemak Omega-3 dari Minyak Ikan. *Oseana*. Vol 28(3) : 287-290.
- Rees, D, A and Alcolado, J. C. 2005. Animal models of diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*. 22 : 359-370.
- Sakurai, H., Katoh, A., Kiss, T., Jakusch, T. and Hattori, M. 2010. Metallo Allixinate Complexes with Antidiabetic and Antimetabolic Syndrome Activities. *Metallomics*. 2 : 670-682.
- Sari D.E., Primiani C., dan Pujiati. 2016. Uji Aktivitas Antibakteri Tepung Ikan Gabus (*Channa Striata*) Terhadap Bakteri Patogen Pangan. *Life Science Journal of Biology*. 5(1) : 25–30.
- Sembiring, B. 2007. *Teknologi Penyiapan Simplisia Terstandar Tanaman Obat*. Balitro. Bogor.
- Silverstein, R. M., Webster, F., and Kiemle, D. J. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compounds. Seventh Edition*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey:

- Soltan, S. S. A. M. 2012. The Effects of Varieties Sources of Omega-3 Fatty Acids on Diabetes in Rats. *Food and Nutrition Sciences*. 3 : 1404 – 1412.
- Somala, L. 2006. *Sifat Reproduksi Mencit (Mus musculus) Betina yang Mendapat Pakan Tambahan Kemangi (Ocimum basilicum) kering*. Skripsi. Program Studi Teknologi Produksi Ternak Fakultas Pertenakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Stuart, B. 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*: John Wiley & Sons. Chichester.
- Sudarmaji. 2007. *Analisa untuk bahan Pangan dan pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Sumardjo, D. 2009. *Pengantar Kimia Buku Paduan kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta*. EGC. Jakarta.
- Szkudelski, T. 2001. The Mechanism Of Alloxan And Streptozotocin Action In β Cells Of The Rat Pancreas. *Physiology Research*. 50: 536-54.