

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu, Tyagi dan Mala (2017) melakukan penelitian tentang kandungan senyawa kimia tanaman eceng gondok. Peneliti ini melakukan skrining senyawa kimia dari ekstrak etanol eceng gondok. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode sokhletasi menggunakan pelarut etanol 96%.

Hasil ekstraksi dianalisis menggunakan GC-MS. Berdasarkan hasil GC-MS, senyawa ekstrak etanol eceng gondok mengandung senyawa 1-*monolinoleoylglycerol trimethylsilyl ether* dan stigmasterol dimana senyawa tersebut merupakan golongan steroid. Senyawa steroid mempunyai aktivitas sebagai antidiabetes (Tyagi dan Mala, 2017).

Penelitian pada saat ini dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia pada fraksi etil asetat dan fraksi etanol ekstrak etanol herba eceng gondok. Proses ekstraksi yang dilakukan sama seperti pada penelitian terdahulu yaitu dengan metode sokhletasi menggunakan pelarut etanol 96%. Analisis kandungan senyawa kimia juga dilakukan dengan menggunakan GC-MS. Penelitian saat ini juga dilakukan untuk mengetahui interaksi senyawa di dalam fraksi etil asetat dan fraksi sisa etil asetat dari ekstrak etanol herba eceng gondok terhadap enzim α -glukosidase. Sehingga penelitian ini akan dilakukan pendokongan senyawa fraksi etil asetat dan fraksi etanol hasil GC-MS terhadap enzim α -glukosidase.

B. Landasan Teori

1. Tanaman eceng gondok

a. Klasifikasi

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)

Kelas : Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
Sub Kelas : Alismatidae
Ordo : Alismatales
Famili : Pontederiaceae
Genus : Eichhornia
Spesies : *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms



Gambar 2.1. Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms)

b. Nama daerah

Eceng gondok (Jawa), kelipuk (Palembang), ringgak (Lampung), ilung-ilung (Dayak), tumpe (Manado).

c. Morfologi tanaman

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah tanaman yang hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,4 - 0,8 meter. Eceng gondok tidak mempunyai batang, daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkal daun meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Akarnya merupakan akar serabut (Pandey, 1980).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berkembang biak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Pada umumnya eceng gondok tumbuh dengan cara vegetatif yaitu dengan

menggunakan stolon. Kondisi optimum bagi perkembangannya memerlukan kisaran waktu antara 11–18 hari (Pandey, 1980).

Adapun bagian–bagian dari tanaman eceng gondok sebagai berikut:

1) Akar

Bagian akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Peranan akar sebagian besar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air. Pada ujung akar terdapat kantung akar yang mana di bawah sinar matahari kantung akar ini berwarna merah. Susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air (Pandey, 1980).

2) Daun

Daun eceng gondok tergolong dalam mikrofitas yang terletak di atas permukaan air. Di dalam daun eceng gondok terdapat lapisan rongga udara yang berfungsi sebagai alat pengapung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) eceng gondok terdapat dalam sel epidermis, di permukaan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) dan bulu daun. Rongga udara yang terdapat dalam akar, batang, dan daun selain sebagai alat penampung juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan O_2 dari proses fotosintesis. Oksigen hasil dari fotosintesis ini digunakan untuk respirasi tumbuhan di malam hari dengan menghasilkan CO_2 yang akan terlepas ke dalam air (Pandey, 1980).

3) Tangkai

Tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan udara yang berperan untuk mengapungkan tanaman di permukaan air. Lapisan terluar petiole adalah lapisan epidermis, dibagian bawahnya terdapat jaringan pengangkat (*xylem* dan *floem*). Rongga-rongga udara dibatasi oleh dinding penyekat berupa selaput tipis berwarna putih (Pandey, 1980).

4) Bunga

Eceng gondok berbunga dengan warna mahkota lebayung muda. Eceng gondok berbunga majemuk dengan jumlah 6–35 dan berbentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal (Pandey, 1980).

d. Habitat

Eceng gondok sebagian besar menutupi wilayah perairan. Perkembangbiakan yang demikian cepat menyebabkan tanaman eceng gondok menjadi tanaman gulma di beberapa wilayah perairan di Indonesia (Koes, 2010).

Di kawasan perairan danau, eceng gondok tumbuh pada bibir-bibir pantai sampai sejauh 5-20 m. Hal ini menyebabkan berkurangnya volume air dan pendangkalan sungai, dikarenakan sifat tanaman ini yang menyerap air sangat banyak. Perkembangbiakan ini juga dipicu oleh peningkatan kesuburan di wilayah perairan danau, sebagai akibat dari erosi dan sedimentasi lahan dari berbagai aktivitas masyarakat (mandi, cuci, kakus/MCK), dan lainnya. Usaha untuk memberantas tanaman gulma air ini dinilai tidak efektif karena tingkat pertumbuhannya lebih cepat dari pembuangannya. Pengolahan lebih lanjut dibutuhkan agar dapat dimanfaatkan secara optimal (Koes, 2010).

Di Indonesia, terdapat tiga jenis eceng gondok, yaitu eceng gondok sungai, eceng gondok rawa, dan eceng gondok kolam. Adapun ciri eceng gondok yang terdapat di Pulau Jawa secara umum adalah:

- 1) Cirebon: pendek, tipis, lebih gelap warnanya. Jenis ini kurang bagus jika digunakan untuk anyaman keranjang.
- 2) Jawa Timur: panjang, tipis, lebih terang warnanya. Jenis ini bagus digunakan untuk peralatan yang warnanya terang, juga *handicraft*.
- 3) Semarang (Ambarawa): agak panjang, tetapi tidak sepanjang dari Jawa Timur, tebal, dan warnanya cukup variatif (tergantung dari

cuaca, dimana eceng gondok akan berwarna agak kegelapan pada musim hujan) (Koes, 2010).

Hasil penelitian Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Sumatera Utara di Danau Toba (2003) melaporkan bahwa satu batang eceng gondok dalam waktu 52 hari mampu berkembang seluas 1 ha, atau dalam waktu 1 tahun mampu menutup area seluas 7 ha. Pertumbuhan eceng gondok dalam waktu 6 bulan pada area 1 ha dapat mencapai bobot basah sebesar 125 ton (Nuryana, 2016). Danau dan waduk yang telah ditumbuhi eceng gondok semakin banyak, misalnya Danau Rawa Pening, Danau Toba, Danau Kerinci, Danau Limboto, Danau Tempe, Danau Tondano, Danau Sentani, Waduk Saguling, Waduk dan Bendung Curug di DAS Citarum. Demikian juga eceng gondok di Sungai Rokan, Siak, Musi, dan sungai lainnya di Indonesia. Beberapa faktor lingkungan ternyata sangat mempengaruhi kelimpahan dan penyebaran eceng gondok di perairan tersebut, di antaranya kecepatan arus dan kedalaman air (Heyne, 1987).

e. Kandungan Kimia

Kandungan kimia yang terdapat pada tangkai daun eceng gondok antara lain: mengandung 34,6% fiber dengan panjang fiber rata-rata 1,53 mm dan berdinding tipis, mengandung sedikit lignin, holoseluosa, pentosa yang tinggi, mengandung sedikit silika. Eceng gondok cukup larut dalam alkohol–benzena tetapi larut banyak dalam NaOH 1%. Eceng gondok sebanyak 100 gram memiliki kandungan nutrisi meliputi energi 18 Kkal, protein 1 g, lemak 0,2 g, karbohidrat 3,8 g, kalsium 80 mg, fosfor 45 mg, zat besi 4 mg, vitamin A 1000 IU, vitamin B1 0,08 mg, vitamin C 50 mg (Ahmed, 2012).

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat–sifat yang baik antara lain: dapat menyerap logam–logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5%. Kandungan kimia serat eceng

gondok yaitu memiliki selulosa sebesar 60% dan lignin 17% (Ahmed, 2012). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, eceng gondok mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, steroid, terpenoid, alkaloid, dan fenol yang diuji dengan beberapa macam pelarut (Tyagi *et al.*, 2017).

f. Manfaat dan Kerugian dari Tanaman

1) Manfaat

Eceng gondok banyak menimbulkan masalah pencemaran sungai dan waduk, tetapi mempunyai manfaat sebagai berikut:

- a) Mempunyai sifat biologis sebagai penyaring air yang tercemar oleh berbagai bahan kimia buatan industri.
- b) Sebagai bahan penutup tanah, kompos dalam kegiatan pertanian dan perkebunan.
- c) Sebagai sumber gas yang antara lain berupa gas ammonium sulfat, gas hidrogen, nitrogen dan metan yang diperoleh dengan cara fermentasi.
- d) Bahan baku pupuk tanaman yang mengandung unsur NPK yang merupakan tiga unsur utama yang dibutuhkan tanaman.
- e) Sebagai bahan industri kertas papan buatan dan bahan karbon aktif.
- f) Eceng gondok memiliki kandungan metabolit sekunder dengan aktivitas antioksidan, agen hipoglikemia, agen hipolipidemia, antimikroba, antikanker, dan anti-inflamasi (Muhtar, 2008)

2) Kerugian

Kondisi merugikan yang timbul sebagai dampak pertumbuhan eceng gondok tidak terkendali di antaranya adalah:

- a) Menurunnya jumlah cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (*DO/Dissolved Oxygens*).
- b) Mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai

seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya.

- c) Meningkatnya habitat bagi vektor penyakit pada manusia dan menurunkan nilai estetika lingkungan perairan (Muhtar, 2008).

2. Metabolit sekunder

a. Alkaloid

Alkaloid terdapat pada tumbuh-tumbuhan. Alkaloid tersebar luas di berbagai jenis tumbuhan. Masing-masing tumbuhan mempunyai keaktifan biologis tertentu, ada yang dapat digunakan sebagai obat, ada juga yang bersifat racun. Alkaloid terdapat pada biji, daun, ranting dan kulit batang. Alkaloid umumnya tidak berwarna berupa kristal amorf, sedikit berupa cairan. Alkaloid mengandung satu atau lebih atom nitrogen dalam cincin heterosiklik, dan bersifat basa (Sirait, 2007).

b. Flavonoid

Flavonoid adalah senyawa polifenol yang memiliki kerangka karbon terdiri dari 15 atom karbon. Inti dasarnya tersusun dengan konfigurasi C₆ – C₃ – C₆ yang dihubungkan oleh satuan tiga karbon yang dapat atau tak dapat membentuk cincin ketiga. Agar mudah, cincin diberi tanda A, B, dan C; atom karbon dinomori menurut sistem penomoran yang menggunakan angka biasa untuk cincin A dan C serta angka beraksen untuk cincin B. Cakupan flavonoid yang sudah diketahui sangatlah luas. Flavonoid yang pertama kali terbentuk pada biosintesis adalah kalkon dan semua bentuk lain adalah turunannya (Markham, 1988). Senyawa flavonoid terdapat hampir dalam semua tumbuhan hijau, terdapat sebagai senyawa campuran dan jarang sekali ditemukan sebagai senyawa tunggal. Flavonoid dapat diekstraksi dengan etanol 70% berupa senyawa fenol, warnanya akan berubah bila ditambah basa atau amonia (Harborne, 1987).

c. Steroid

Steroid merupakan suatu metabolit sekunder dalam suatu tanaman. Steroid merupakan senyawa organik lemak sterol tidak terhidrolisis yang merupakan hasil reaksi dari turunan terpena atau skualena (Hanani *et al.*, 2005). Steroid mempunyai kerangka dasar triterpena asiklik. Ciri umum steroid ialah sistem empat cincin yang tergabung. Cincin A, B, dan C beranggotakan enam atom karbon, dan cincin D beranggotakan lima. Steroid merupakan kelompok senyawa yang penting dengan struktur dasar sterana jenuh dengan 17 atom karbon dan 4 cincin (Dwilistiani, 2013). Monalisa *et al.* (2011) menyatakan dalam penelitiannya bahwa senyawa steroid yang terkandung dalam ekstrak daun tapak liman memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* dengan konsentrasi ekstrak daun tapak liman 20%. Mekanisme kerja anti bakteri senyawa steroid yaitu dengan cara merusak membran sel bakteri.

d. Terpenoid

Terpenoid adalah senyawa yang berasal tumbuhan dan hewan. Terdapat sebagai bermacam-macam senyawa seperti minyak atsiri yaitu monoterpen (C10) dan sekuisterpen (C15) yang mudah menguap, diterpen (C20) sukar menguap, sedangkan triterpen, sterol (C30), dan pigmen karoten (C40) tidak dapat menguap. Terpenoid penting untuk metabolisme pada tumbuhan. Terpenoid larut dalam lemak. Terpenoid pada tumbuhan terdapat pada sitoplasma. Senyawa terpenoid diekstraksi dengan eter dan kloroform (Harborne, 1987).

e. Fenol

Fenolik merupakan senyawa aromatik dengan gugus fungsi hidroksil. Sisi dan jumlah grup hidroksil pada grup fenol diduga memiliki hubungan dengan toksisitas relatif menekan terhadap mikroorganisme dengan bukti bahwa hidroksilasi yang meningkat menyebabkan toksisitas yang meningkat pula (Harborne, 1987).

3. Ekstraksi dan fraksinasi

a. Ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan sehingga ekstrak menjadi kental atau pekat. Simplisia yang diekstrak dapat mengandung senyawa yang dapat larut dan senyawa yang tidak larut seperti serat, karbohidrat, dan protein. Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair dibuat dengan menyari simplisia nabati atau hewani menurut cara dan pelarut yang cocok, di luar pengaruh cahaya matahari langsung (Depkes RI, 2000).

b. Fraksinasi

Proses pemisahan selanjutnya masih menggunakan prinsip ekstraksi yang dikenal dengan ekstraksi cair-cair atau yang biasa dikenal dengan nama fraksinasi. Fraksinasi adalah suatu metode pemisahan senyawa organik berdasarkan kelarutan senyawa-senyawa tersebut dalam dua pelarut yang tidak saling bercampur, biasanya antara pelarut air dan pelarut organik seperti metanol, etanol, etilasetat, n-heksana, dan petroleum eter (Hanani, 2015).

Teknik pemisahan ekstraksi cair-cair ini biasanya dilakukan dengan menggunakan corong pisah. Kedua pelarut yang saling tidak bercampur tersebut dimasukkan ke dalam corong pisah, kemudian digojok dan didiamkan. Solut atau senyawa organik akan terdistribusi ke dalam fasanya masing-masing bergantung pada kelarutannya terhadap fase tersebut dan kemudian akan terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas dan lapisan bawah yang dapat dipisahkan dengan membuka kunci pipa corong pisah. Ekstrak dipartisi dengan menggunakan peningkatan polaritas pelarut seperti petroleum eter, n-heksana, kloroform, dietil eter, etilasetat, dan etanol. Pemilihan pelarut pada ekstraksi umumnya bergantung pada sifat analitnya dimana pelarut dan analit harus memiliki sifat yang sama, contohnya analit yang sifat lipofilitasnya tinggi akan terekstraksi pada pelarut

yang relatif nonpolar seperti n-heksana, sedangkan analit yang semipolar terlarut pada pelarut yang semipolar seperti etilasetat atau diklorometana. Kebanyakan aglikon terekstraksi pada fraksi non-polar seperti terpenoid dan steroid, sedangkan flavonoid, glikosida, saponin dan gula ester ditemukan pada fraksi yang lebih polar dan fraksi air. Petroleum eter dan n-heksana juga dapat digunakan untuk menghilangkan lipid, wax, dan senyawa lemak (Hanani, 2015).

Terdapat banyak pelarut yang dapat digunakan untuk ekstraksi ini, namun ternyata ada banyak pelarut yang tidak memenuhi syarat. Pertama, pelarut harus tidak bercampur dengan air, mempunyai titik didih yang rendah (jika digunakan untuk evaporasi), dan sebaiknya memiliki densitas yang lebih rendah daripada air (untuk membentuk lapisan atas), sehingga pemisahan lebih mudah dilakukan. Kedua, pelarut harus aman dan tidak merusak lingkungan jika digunakan. Banyak pelarut yang tidak aman digunakan karena berbagai alasan seperti dietil eter (mudah terbakar), toluen (memiliki titik didih yang tinggi), benzen (keamanan), dan pelarut klorida seperti diklorometana (berbahaya bagi lingkungan). Praktisnya, hanya ada beberapa pelarut saja yang biasa digunakan seperti n-heksana, metil tertier butil eter (MTBE) dan etilasetat (Hanani, 2015).

c. Metode ekstraksi dan fraksinasi

Beberapa metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut dibagi menjadi dua yaitu cara dingin dan cara panas. Cara dingin meliputi: maserasi dan perkolasi. Maserasi adalah proses penyarian simplisia dengan cara perendaman menggunakan pelarut dengan sesekali pengadukan pada suhu kamar. Penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan terhadap maserat pertama dan seterusnya disebut remaserasi. Perkolasi adalah proses penyarian simplisia dengan pelarut yang selalu baru sampai terjadi penyarian sempurna yang umumnya dilakukan pada temperatur kamar. Proses perkolasi terdiri dari tahap pengembangan bahan, tahap maserasi antara, tahap

perkolasi sebenarnya (penetasan/penampungan ekstrak) terus menerus sampai diperoleh perkolat yang jumlahnya 1-5 kali bahan.

Cara panas meliputi refluks, digesti, soxhletasi, infundasi, dan dekoktasi. Refluks adalah proses penyarian simplisia dengan menggunakan alat pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Digesti adalah proses penyarian dengan pengadukan kontinyu pada temperatur lebih tinggi dari temperatur ruangan, yaitu secara umum dilakukan pada temperatur 40 °C-50 °C. Soxhletasi adalah proses penyarian dengan menggunakan pelarut yang selalu baru, dilakukan menggunakan alat soxhlet sehingga terjadi ekstraksi kontinyu dengan pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Infudansi adalah proses penyarian dengan menggunakan pelarut air pada temperatur 90° C selama 15 menit. Dekoktasi adalah proses penyarian dengan menggunakan pelarut air pada temperatur 90° C selama 30 menit (Depkes RI, 2000).

4. *Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer (GC-MS)*

GC-MS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa. Kromatografi gas (GC) digunakan untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif. Sedangkan spektrometri massa (MS) digunakan untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit (Pavia *et al.*, 2006).

Gas kromatografi merupakan salah satu teknik spektroskopi yang menggunakan prinsip pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi komponen-komponen penyusunnya. Gas kromatografi biasa digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang terdapat pada campuran gas dan juga menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam fase gas. Kromatografi gas ini juga mirip dengan destilasi fraksional, karena kedua proses memisahkan komponen dari campuran terutama berdasarkan pada perbedaan titik didih (atau tekanan uap). Namun, destilasi fraksional biasanya digunakan untuk memisahkan

komponen-komponen dari campuran pada skala besar, sedangkan GC dapat digunakan pada skala yang lebih kecil yaitu mikro. Prinsip kerja kromatografi gas (GC) merupakan jenis kromatografi yang digunakan dalam kimia organik untuk pemisahan dan analisis. GC dapat digunakan untuk menguji kemurnian dari bahan tertentu, atau memisahkan berbagai komponen dari campuran. Dalam beberapa situasi, GC dapat membantu dalam mengidentifikasi sebuah senyawa kompleks (Pavia *et al.*, 2006).

Spektroskopi massa adalah suatu metode untuk mendapatkan berat molekul dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan dari ion yang muatannya diketahui dengan mengukur jari-jari orbit melingkarnya dalam medan magnetik seragam. Penggunaan kromatografi gas dapat dipadukan dengan spektroskopi massa. Paduan keduanya dapat menghasilkan data yang lebih akurat dalam pengidentifikasian senyawa yang dilengkapi dengan struktur molekulnya (Pavia *et al.*, 2006).

Pada metode analisis GC-MS, fase gerak adalah sebuah operator gas, yang biasanya gas murni seperti helium atau yang tidak reaktif seperti gas nitrogen. *Stationary* atau fase diam merupakan tahap mikroskopis lapisan cair atau polimer yang mendukung gas murni, di dalam bagian dari sistem pipa-pipa kaca atau logam yang disebut kolom. Instrumen yang digunakan untuk melakukan kromatografi gas disebut *gas chromatograph* (atau "*aerograph*", "gas pemisah"). Umumnya spektrum massa diperoleh dengan mengubah senyawa suatu sampel menjadi ion-ion yang bergerak cepat yang dipisahkan berdasarkan perbandingan massa terhadap muatan. Spektroskopi massa mampu menghasilkan berkas ion dari suatu zat uji, memilah ion tersebut menjadi spektrum yang sesuai dengan perbandingan massa terhadap muatan dan merekam kelimpahan relatif tiap jenis ion yang ada. Umumnya hanya ion positif yang dipelajari karena ion negatif yang dihasilkan dari sumber tumbukan umumnya sedikit. Saat GC dikombinasikan dengan MS, akan didapatkan sebuah metode analisis yang sangat bagus. Peneliti dapat menganalisis larutan organik, memasukkannya ke dalam instrumen, memisahkannya

menjadi komponen tunggal dan langsung mengidentifikasi larutan tersebut. Untuk menghitung masing-masing metode dapat divisualisasikan ke dalam grafik dua dimensi Pada metode analisis GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectroscopy*) adalah dengan membaca spektra yang terdapat pada kedua metode yang digabung tersebut. Pada spektra GC apabila dalam suatu sampel mengandung banyak senyawa akan terlihat dari banyaknya puncak (*peak*) dalam spektra GC tersebut. Berdasarkan data waktu retensi yang sudah diketahui dari literatur, bisa diketahui senyawa apa saja yang ada dalam sampel. Selanjutnya adalah dengan memasukkan senyawa yang diduga tersebut ke dalam instrumen spektroskopi massa. Hal ini dapat dilakukan karena salah satu kegunaan dari kromatografi gas adalah untuk memisahkan senyawa-senyawa dari suatu sampel. Setelah itu, didapat hasil dari spektra spektroskopi massa pada grafik yang berbeda. Informasi yang diperoleh dari kedua teknik ini yang digabung dalam instrumen GC-MS adalah tak lain hasil dari masing-masing spektra. Untuk spektra GC, informasi terpenting yang didapat adalah waktu retensi untuk tiap-tiap senyawa dalam sampel. Sedangkan untuk spektra MS, bisa diperoleh informasi mengenai massa molekul relatif dari senyawa sampel tersebut. Tahap-tahap suatu rancangan penelitian GC-MS, meliputi: preparasi sampel, derivatisasi, injeksi (menginjeksikan campuran larutan ke kolom GC lewat *heated injection port*, GC-MS kurang cocok untuk analisis senyawa labil pada suhu tinggi karena akan terdekomposisi pada awal pemisahan), separasi (campuran dibawa gas pembawa, biasanya helium dengan laju alir tertentu melewati kolom GC yang dipanaskan dalam pemanas, kolom GC memiliki cairan pelapis (fasa diam) yang *inert*, dan detektor MS yang meliputi: aspek kualitatif, lebih dari 275.000 spektra massa dari senyawa yang tidak diketahui dapat teridentifikasi dengan referensi komputerisasi dan aspek kuantitatif, dengan membandingkan kurva standar dari senyawa yang diketahui, dapat diketahui kuantitas dari senyawa yang tidak diketahui. *Scanning* spektra massa dicatat secara reguler dalam interval 0,5-1 detik selama pemisahan GC dan disimpan dalam sistem

instrumen data untuk digunakan dalam analisis. Spektra massa berupa *fingerprint* ini dapat dibandingkan dengan acuan (Pavia *et al.*, 2006).

5. Doking

Penelitian secara *in silico* dapat dilakukan dengan penambatan molekuler atau doking molekuler. Doking molekuler merupakan suatu teknik yang bisa digunakan untuk mempelajari interaksi yang terjadi dari suatu kompleks molekul antara biomolekul dengan molekul kecil atau ligan. Interaksi kompleks molekul tersebut berorientasi untuk mencapai kestabilan. Tujuan dari doking molekuler adalah pemodelan struktural secara akurat dan memprediksi aktivitasnya secara tepat (Kitchen *et al.*, 2004). Terdapat dua aspek dalam doking molekuler yaitu fungsi skor dan penggunaan algoritma. Algoritma doking berfungsi untuk mengidentifikasi energi yang dihasilkan dari konformasi molekuler dan kemudian mencari konformasi yang memiliki energi bebas paling rendah dalam sistem. Penambatan molekuler juga digunakan untuk memperoleh nilai energi ikatan konformasi yang paling rendah dengan afinitas yang paling tinggi (Kroemer, 2007).

Ada banyak aplikasi yang umum digunakan untuk melakukan *virtual screening* dengan metode doking molekuler, yaitu PLANTS (*Protein-Ligand ANT System*), MVD (*Molegro Virtual Docking*), dan AutoDock (Korb *et al.*, 2006). AutoDock merupakan alat doking otomatis yang dirancang untuk memprediksi ikatan molekul berukuran kecil, seperti substrat atau obat (ligan) dengan struktur 3D biomolekuler (Morris *et al.*, 1998). Penelitian menggunakan metode *in silico* pernah dilakukan untuk mengidentifikasi ikatan senyawa metoksi tiokuersetin terhadap reseptor α -glukosidase. Menurut penelitian tersebut, senyawa metoksi tiokuersetin berpotensi sebagai agen antidiabetik melalui interaksi dengan residu protein Asp203, Asp542, dan Phe575 pada reseptor enzim α -glukosidase (Lebang, 2018)

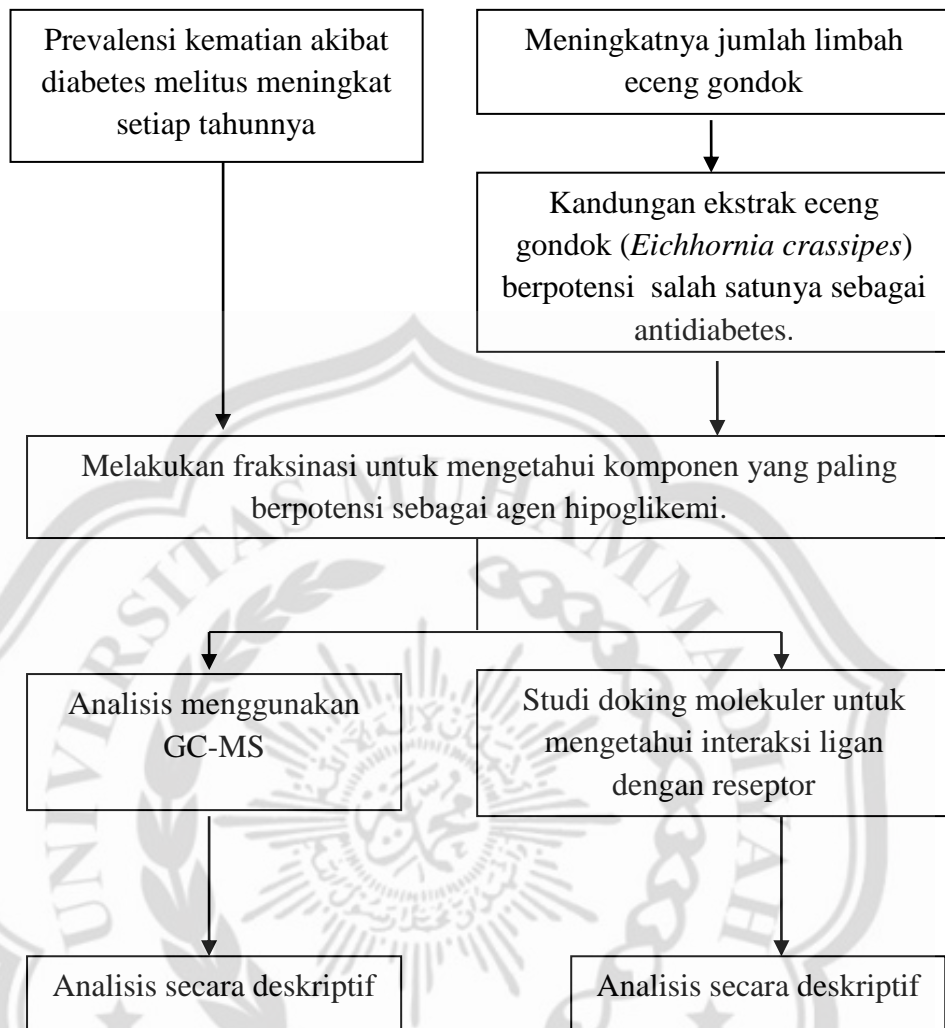
6. Enzim α -Glukosidase

Enzim α -glukosidase terletak pada mukosa epitel usus halus yang berperan dalam konversi karbohidrat menjadi glukosa. Inhibitor glukosidase akan menyebabkan penundaan dalam penguraian oligosakarida dan disakarida menjadi monosakarida (Shinde *et al.*, 2008). Sehingga dapat mengurangi tingkat pencernaan karbohidrat dan berpotensi mencegah peningkatan DM tipe 2 (Rouzbehan *et al.*, 2017).

Enzim α -glukosidase biasanya digunakan dalam pengolahan makanan, fermentasi, dan produksi alkohol di industri dimana enzim ini sangat penting dalam proses hidrolisis pati untuk menghasilkan gula fermentasi. Termostabilitas dari α -glukosidase penting karena merupakan sebagian besar dari proses industri seperti konversi pati menjadi gula fermentasi selama produksi industri etanol, biasanya berlangsung pada suhu 65-73 °C. Sifat termolabil α -glukosidase tidak hanya mengurangi efisiensi kerusakan pati pada suhu tinggi namun digunakan untuk gelatinisasi pati (Si *et al.*, 2010).

Saat ini terdapat dua inhibitor α -glukosidase yang tersedia di Amerika serikat yaitu arkabose dan miglitol. Inhibitor α -glukosidase secara kompetitif menghambat enzim maltase, isomaltase, sukrase, dan glukamilase pada usus halus, menunda pemecahan sukrosa, dan kompleks karbohidrat. Keduanya tidak menyebabkan malabsorpsi nutrisi. Efek utamanya adalah untuk mengurangi peningkatan glukosa darah postprandial. Mekanisme aksi inhibitor α -glukosidase terbatas di usus. Beberapa metabolit dari akarbose secara sistemik diserap dan diekskresi oleh ginjal, sedangkan mayoritas miglitol diserap dan diekskresikan ginjal tanpa perubahan (Dipiro, 2008).

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

Berdasarkan penelitian Tyagi dan Mala (2017) menyatakan bahwa eceng gondok mengandung senyawa steroid yang memiliki aktivitas antidiabetes. Maka dapat ditarik hipotesis bahwa fraksi etil asetat dan fraksi etanol ekstrak etanol herba eceng gondok terdapat senyawa kimia yang berpotensi sebagai antidiabetes dengan mekanisme penghambat enzim α -glukosidase.