

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kenikir (*Cosmos caudatus* kunth.)

Kenikir merupakan tanaman herba semusim yang dapat ditemukan di wilayah Asia tenggara dan Amerika tengah (Siregar dan Clarine,2019). Tanaman ini biasanya dimanfaatkan sebagai sayur dan lalapan dengan tinggi tanaman mencapai 75-150 cm, bagian batang kenikir berwarna hijau dan terkadang berwarna ungu, bagian daun kenikir tergolong majemuk dengan ujung yang runcing dan memiliki tangkai daun 1-7 cm. tanaman kenikir dapat dilihat pada gambar 2.1 (Bunawan, *et al*, 2014).



Gambar 2.1 Kenikir (*Cosmos caudatus* kunth.)

Tanaman kenikir atau yang disebut ulam raja oleh masyarakat Malaysia. Kenikir berasal dari Amerika latin kemudian tumbuh di wilayah Asia tenggara, Eropa dan Afrika (Cheng, *et al*, 2015). Tumbuhan kenikir tidak membutuhkan tanah yang subur dan pupuk untuk dapat tumbuh, akan tetapi dapat tumbuh dengan ideal pada suhu tanam 50°C - 55°C, jika bagian pucuk dipetik setelah 8 minggu penanaman dapat menghasilkan lebih banyak cabang dan akan tumbuh lebih tinggi (Uzbek dan Wan, 2019). Berikut ini merupakan taksonomi tanaman kenikir (Moshawih, *et al*, 2017).

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Orde	: <i>Asterales</i>
Family	: <i>Asteraceae</i>
Genus	: <i>Cosmos</i>
Spesies	: <i>Cosmos caudatus</i> Kunth.

Daun kenikir tidak hanya dapat bermanfaat sebagai sayuran tetapi didalamnya juga memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai agen pewarna untuk menarik atau memberi peringatan pada spesies lain dan memberi pertahanan untuk melawan predator. Senyawa metabolit sekunder yang banyak diketahui yaitu alkaloid, flavonoid, fenolik, steroid, saponin, terpenoid dan tannin yang banyak terkandung di dalam tanaman (Julianto, 2019). Kandungan kimia yang terkandung dalam daun kenikir (*Cosmos caudatus* kunth.) antara lain alkaloid, flavonoid, fenolik, saponin, steroid (Sari, *et al*, 2018), terpenoid, tanin, dan minyak atsiri (Lutpiatina, *et al*, 2017).

2.2 Metabolit Sekunder Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.)

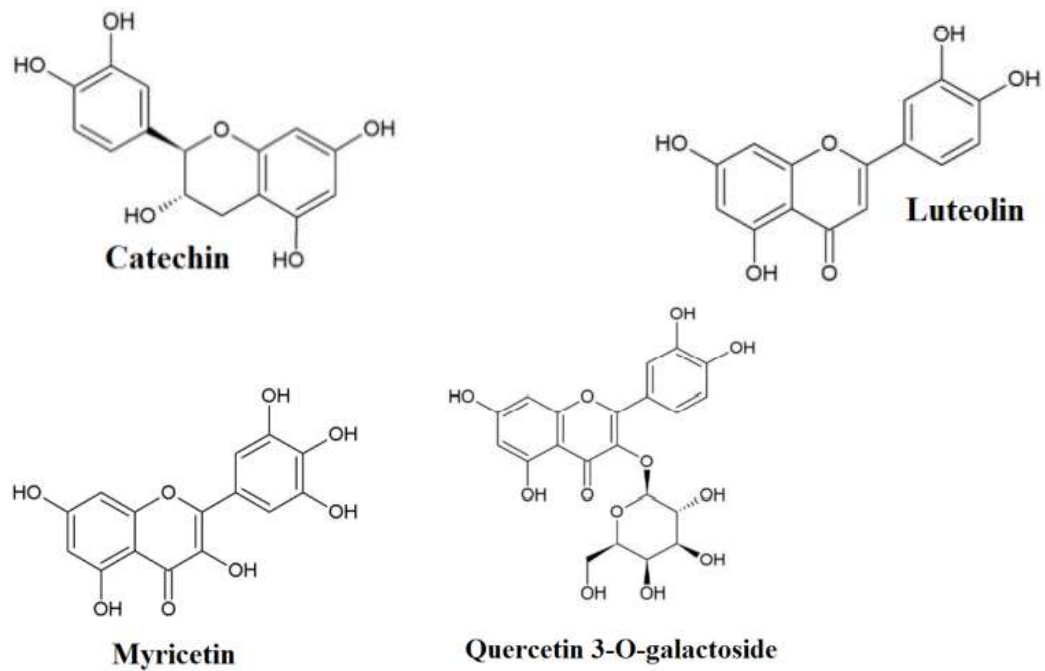
Metabolit sekunder dikatakan sebagai proses reaksi kimia yang dimana tidak terlalu mempengaruhi keberadaan organisme. Metabolit sekunder merupakan produk dari metabolisme sekunder, seperti alkaloid, senyawa terpen, fenolik, flavonoid, saponin, dan lain sebagainya. Metabolit sekunder memiliki peranan penting pada tumbuhan, dimana dapat memberikan karakteristik yang khas. Selain itu, metabolit sekunder juga dapat berperan sebagai petunjuk dan pengatur jalur metabolisme primer (Latifah, R. N., 2021).

Senyawa metabolit sekunder adalah produk detoksifikasi dari timbunan metabolit beracun yang tidak dapat dibuang oleh organisme tersebut. Senyawa ini banyak terdapat pada tumbuhan daripada binatang karena pada binatang/hewan terjadi pembuangan metabolit beracun melalui liver dan ginjal. Sehingga tumbuhan terpaksa melakukan perubahan atau perombakkan agar menjadi senyawa lain yang

dapat disimpan dalam ruang-ruang sel. Metabolit sekunder merupakan produk-produk metabolisme sekunder, contoh dari metabolit sekunder yaitu alkaloid, fenolik, flavonoid, terpenoid, saponin, steroid dan lain sebagainya (Kristanti, *et al*, 2019).

a). Flavonoid

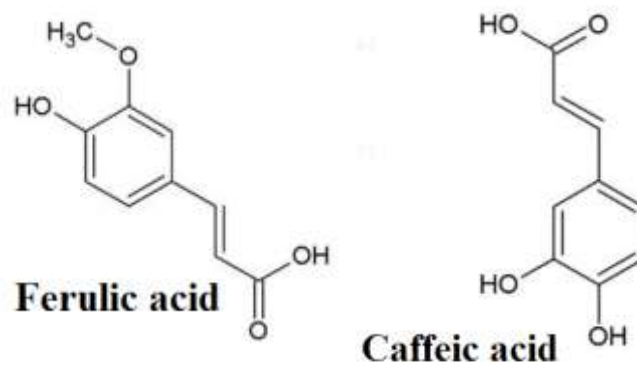
flavonoid merupakan suatu kelompok senyawa fenol terbesar yang paling banyak ditemukan di alam. Banyaknya senyawa flavonoid disebabkan oleh berbagai tingkat hidroksilasi, alkoksilasi atau glikosilasi pada struktur tersebut. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru, dan Sebagian zat warna kuning yang terdapat dalam tanaman. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri atas 15 atom karbon yang membentuk susunan C₆-C₃-C₆ (Kristanti, *et al*, 2019). Struktur flavonoid pada tanaman daun kenikir dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur flavonoid dalam daun kenikir (Murugeus, *et al*,2020).

b). Fenolik

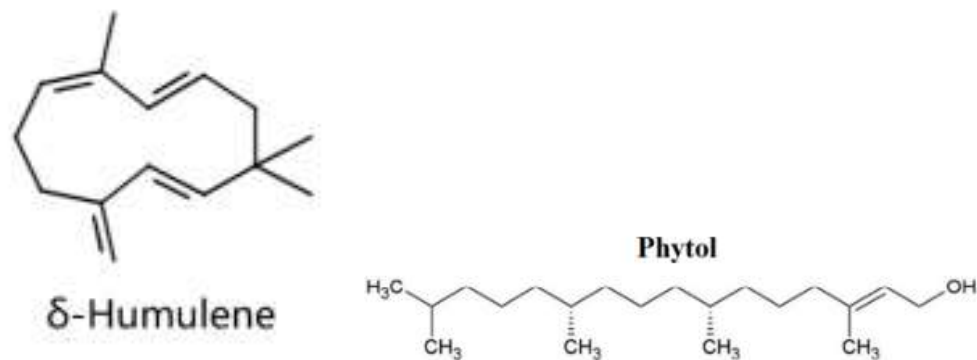
Senyawa fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat didalam tumbuhan dengan karakteristik memiliki cincin aromatik yang mengandung satu atau dua gugus hidroksil (OH). Berdasarkan jalur biosintesisnya senyawa fenolik dapat dibedakan menjadi dua jenis senyawa utama yaitu senyawa fenolik yang berasal dari jalur asam asetat mevalonat dan jalur asam sikimat (Julianto, 2019). Struktur senyawa fenolik didalam kenikir dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur fenolik dalam daun kenikir (Murugeus, *et al*,2020).

c). Terpenoid

Terpenoid merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder yang terbesar, dilihat dari jumlah senyawanya maupun variasi kerangka dasar strukturnya. Senyawa terpenoid dalam dapat dijumpai dalam bentuk glikosida, glikosil ester dan iridoid. Senyawa-senyawa yang termasuk dalam kelompok terpenoid dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah atom karbon penyusunnya (Kristanti, *et al*,2019). Struktur senyawa terpenoid didalam kenikir dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur terpenoid dalam daun kenikir (Firdaus, *et al*, 2021 dan Murugeus, *et al*, 2020).

d). Steroid

Steroid merupakan senyawa metabolit sekunder yang terdiri dari 17 atom karbon dengan membentuk struktur dasar 1,2 -siklo pentenoperhidrofenantren. Struktur steroid terdiri atas beberapa kelompok senyawa yang pengelompokkannya didasarkan pada efek fisiologis yang dapat ditimbulkan. Dilihat dari segi strukturnya, perbedaan antara berbagai kelompok ini ditentukan oleh jenis substituen R1, R2, dan R3 yang terikat pada kerangka dasar sedangkan perbedaan antara senyawa satu dengan senyawa yang lain dari satu kelompok ditentukan oleh panjangnya rantai karbon substituen, gugus fungsi yang terdapat pada substituent, jumlah dan posisi gugus fungsi oksigen dan ikatan rangkap pada kerangka dasar serta konfigurasi pusat asimetris pada kerangka dasar (Kristanti, *et al*, 2019). Struktur senyawa steroid dari daun kenikir dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur steroid dalam daun kenikir (Murugeus, *et al*, 2020).

e). Saponin

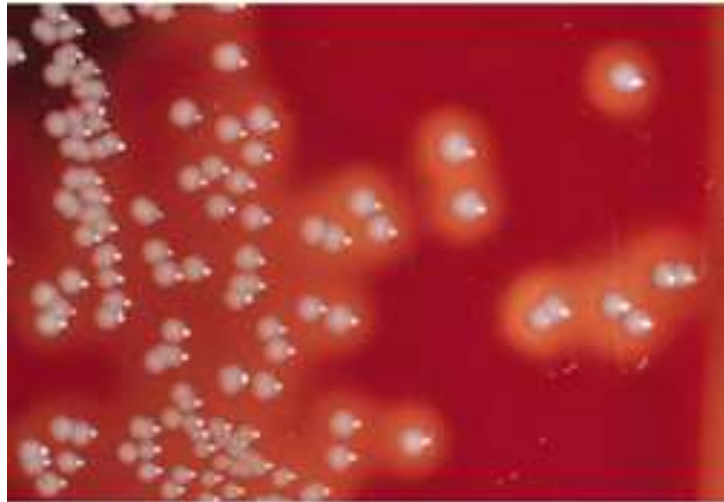
Saponin merupakan senyawa metabolit sekunder yang memberikan efek pembentukkan gelembung yang permanen pada saat dikocok dengan air. Senyawa ini memiliki aktivitas ekspektoran dan anti inflamasi. Senyawa ini dikenal sebagai non-volatil dengan bagian permukaannya yang aktif dan tersebar luas di alam. Senyawa saponin merupakan molekul yang beragam secara struktural dan terdiri dari aglikon non polar yang digabungkan dengan satu atau lebih gugus monosakarida (Restiadi, 2022).

2.3 Bakteri

Bakteri merupakan organisme yang relatif sederhana karena umumnya terdiri dari uniseluler (satu sel) dan prokariot (tidak memiliki membran). Sebagian besar dinding sel bakteri tersusun dengan peptidoglikan. Bakteri dapat dikelompokkan berdasarkan bentuknya yaitu bakteri berbentuk batang, kokus dan spiral. Berdasarkan klasifikasinya bakteri terbagi menjadi dua jenis yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif, beberapa dari bakteri gram positif dan negatif merupakan mikroorganisme yang tidak menimbulkan penyakit pada inang yang ditempatinya dalam tubuh manusia (Hidayat, *et al*, 2018), contoh dari bakteri gram positif yaitu salah satunya bakteri *staphylococcus aureus* dan bakteri gram negatif yaitu *Escherichia coli*.

a. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan anaerob fakultatif dari genus *staphylococcus* dalam famili *staphylococcae* dan bakteri gram positif yang menghasilkan pigmen kuning (Bagnoli, *et al*, 2017). *Staphylococcus aureus* adalah bakteri non motil (tidak mampu bergerak) yang tumbuh dalam kelompok seperti anggur, *staphyle* dalam Bahasa Yunani adalah seikat anggur, dan *cocci* berarti bola, karena bakterinya berbentuk bola sempurna. Nama *aureus* berarti emas dalam bahas Latin, diberikan nama *aureus* karena bakteri tumbuh dalam koloni kuning yang besar (Freeman-cook dan Kevin, 2006). Gambar *staphylococcus aureus* dapat dilihat pada gambar 2.6.

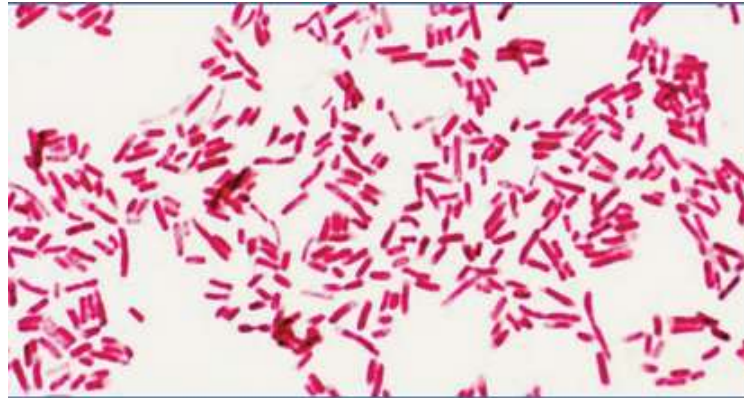


Gambar 2.6 Bakteri *Staphylococcus aureus* (Santosaningsih, et al, 2020)

Bakteri *staphylococcus aureus* dapat tumbuh pada suhu 37°C secara aerobik atau secara mikroaerofilik selama 18-24 jam dengan menggunakan beberapa medium seperti medium agar darah, medium *mannitol salt agar* (MSA) dan *mannitol salt broth* (MSB). Media yang digunakan akan mengalami perubahan warna apabila terdeteksi bakteri yang menandakan resisten koloni *staphylococcus* terhadap antibiotik yang terkandung dalam media. *Staphylococcus* tumbuh dengan baik pada Sebagian besar medium pembenihan bakteri dalam kondisi aerob maupun anaerob pada suhu 37°C (Santosaningsih, et al, 2020).

b. *Escherichia coli*

Escherichia coli (E.coli) merupakan jenis bakteri organisme kecil bersel tunggal yang dapat hidup diberbagai lingkungan, bakteri ini banyak ditemukan di air dan tanah serta organisme hidup seperti tumbuhan, hewan dan manusia. E.coli termasuk dalam genus *Escherichia* dan merupakan bagian dari famili bakteri *Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* sering disebut sebagai bakteri *enteric* atau bakteri yang dapat bertahan hidup di saluran *gasterolntestinal* (GI) yang terdiri dari stuktur sistem pencernaan. E.coli dan semua bakteri yang tergolong dalam famili *Enterobacteriaceae* merupakan bakteri gram negatif. Gambar bakteri E.coli dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Bakteri *Escherichia coli* (Manning,2010)

Bakteri E.coli merupakan *bacillus* gram negatif lurus pendek yang tidak berspora, biasanya motil dengan *flagella peritrichous* atau berpasangan dalam kultur cairan yang tumbuh dengan cepat, berbentuk kapsul atau mikrokapsul yang sering ada dan beberapa strain menghasilkan lender polisakarida dengan jumlah yang banyak. E.coli disebut sebagai bakteri indikator kualitas air minum, dalam mengindikasi air yang memungkinkan terkontaminasi oleh feses dan mengandung mikroorganisme *enteric pathogen* lainnya yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Penyakit yang ditimbulkan akibat bakteri E.coli yaitu diare berair atau berdarah yang mungkin disertai dengan beberapa gejala seperti mual, muntah, dan pusing yang disebabkan oleh kemampuannya dalam beradaptasi dan bertahan hidup pada lingkungan yang berbeda (Rahayu, *et al*, 2018).

2.4 Uji Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa yang diproduksi oleh mikroorganisme yang dalam konsentrasi kecil mampu menghambat dan membunuh kehidupan mikroorganisme. Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa antibakteri dengan cara menghambat proses pembentukan dan dapat mengubah bakteri setelah selesai terbentuk, hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada dinding sel, menyebabkan perubahan permeabilitas membrane sitoplasma sehingga bahan makanan dari dalam sel keluar, terjadinya perubahan molekul protein dan asam nukleat, dan menghambat kerja enzim (Kusmiyati dan Ni Wayan, 2007).

Dalam kandungan metabolit sekunder mempunyai efektivitas sebagai antibakteri atau menghambat dan merusak pertumbuhan bakteri.

Senyawa flavonoid merusak membran sel bakteri dengan membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstrak seluler sehingga membran sel bakteri rusak dan diikuti dengan masuknya air yang tidak terkontrol ke dalam sel bakteri. Senyawa ini juga mampu mendenaturasi protein sel bakteri dengan cara membentuk ikatan hidrogen kompleks dengan protein sel bakteri. Senyawa fenolik juga dapat merusak dan menembus dinding sel bakteri, membunuh bakteri dengan tiga cara yaitu dengan mendenaturasi protein bakteri, menghambat sintesis dinding sel dan merusak membran sel bakteri (Ngazizah, *et al*, 2016). Saponin memiliki tiga cara sebagai antibakteri yaitu menghambat sintesis dinding sel, menghambat sintesis protein bakteri melalui ikatan hidrogen dan menghambat permeabilitas membran sel. Steroid sebagai antibakteri dikarenakan steroid dapat berinteraksi dengan membran fosfolipid sel yang bersifat permeable terhadap senyawa-senyawa lipofilik hingga menyebabkan integritas membran menurun (Sari, *et al*, 2018).

Mekanisme antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan menghambat sintesis dinding sel, fungsi dinding sel, metabolisme sel dan sintesis protein. Penghambatan fungsi dinding sel oleh senyawa antibakteri yang dapat mengubah tegangan permukaan sel hingga merusak permeabilitas membran sel bakteri (Mardiana, *et al*, 2015). Uji pengukuran aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan dua metode yaitu sebagai berikut (Karim, *et al*, 2018).

a. Metode Difusi

Metode difusi merupakan metode yang paling sering digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri, metode ini biasanya menggunakan difusi agar untuk melihat diameter zona hambat yang terbentuk disekitaran media yang digunakan pada uji aktivitas antibakteri. Metode difusi dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu metode kertas cakram, lubang, dan silinder yang dapat digunakan sesuai dengan bakteri yang akan diuji.

b. Metode Dilusi

Metode dilusi yaitu metode yang digunakan untuk menentukan konsentrasi hambat minimum zat antibakteri bahwa pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui konsentrasi minimal suatu zat antibakteri yang masih memiliki aktivitas dalam menghambat bakteri uji.

2.5 Kromatografi

Kromatografi pada dasarnya adalah metode pemisahan dimana komponen-komponen yang akan dipisahkan di distribusikan diantara dua fasa yaitu fasa gerak dan fasa diam (Poople, 2003). Secara umum kromatografi merupakan metode yang efektif untuk memisahkan elemen dengan distribusi yang tidak seragam yaitu antara fasa diam dan fasa gerak (Sharman, 2007). Hal ini menunjukkan bahwa pemisahan dengan kromatografi memiliki tiga ciri yang berbeda yaitu metode fisik pemisahan, dua fasa yang berbeda terlibat dengan salah satu fasanya bergerak sedangkan fasa lainnya diam, dan hasil pemisahan dari perbedaan konstanta distribusi komponen sampel individu antara dua fasa serta dengan berbagai macam jenis metode kromatografi (Poople, 2003). Jenis-jenis kromatografi yang digunakan yaitu kromatografi lapis tipis (KLT), kromatografi cair vakum (KCV), dan kromatografi kolom gravitasi (KKG).

a. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi lapis tipis (KLT) merupakan Teknik pemisahan campuran suatu senyawa yang melibatkan partisi antara fasa diam yang dilapisi pada pelat kaca dengan fasa gerak yang melewati adsorben (fasa diam). KLT mempunyai peran penting dalam pemisahan senyawa organik maupun anorganik dikarenakan kecepatan analisisnya dan relatif lebih sederhana. Prinsip kerja KLT yaitu dengan menotolkan sampel menggunakan pipa kapiler diatas permukaan pelat tipis fasa diam, kemudian pelat diletakkan tegak lurus didalam *chamber* yang berisi fasa gerak, pelarut akan merambat naik disepanjang lapisan pelat tipis dengan membawa komponen-komponen didalam sampel (Atun, 2014). Pemisahan dengan menggunakan KLT berfungsi untuk mencari fasa gerak terbaik yang akan digunakan dalam kromatografi kolom (Mutmainnah, *et al*, 2017).

b. Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Kromatografi cair vakum (KCV) merupakan salah satu kromatografi kolom yang biasanya menggunakan silika gel (biasanya digunakan silika gel G₆₀ 230-400 mesh) sebagai adsorben (Kristanti, et al, 2019). Kromatografi ini digunakan untuk fraksinasi ekstral total secara cepat, dengan prinsip kerja menggunakan kolom kromatografi yang dihubungkan dengan pompa vakum, kolom diisi dengan silika gel, sebagai eluennya digunakan campuran pelarut mulai dari yang bersifat non polar sampai ke pelarut polar. Hasil dari pemisahan kromatografi cair vakum berupa fraksi-fraksi yang dapat dikelompokkan menjadi kelompok senyawa polar, semi polar, dan non polar (Atun, 2014).

c. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG)

Kromatografi kolom gravitasi (KKG) dilakukan dengan memanfaatkan sifat kepolaran senyawa dan gaya gravitasi, senyawa yang dihasilkan dari KCV dimurnikan dengan menggunakan KKG (Mutmainnah, et al, 2017). KKG dapat dilakukan dengan kolom berdiameter 1-3 cm, silika gel sebagai adsorben, dan menggunakan campuran pelarut polar dan non polar sebagai eluen. Pemisahan dengan metode KKG dapat diperoleh hasil yang baik jika menggunakan campuran pelarut yang bisa memisahkan komponen dengan R_f kurang dari 0,3 pada uji dengan KLT (Atun, 2014).

2.6 Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti (NMR/*Nuclear Magnetic Resonance*)

Spektroskopi NMR (Nuclear Magnetic Resonance) merupakan metode spektroskopi yang sangat penting bagi bidang kimia organik. NMR dapat memberikan keterangan tentang jumlah setiap jenis atau tipe hidrogen (dasar-dasar spektroskop). NMR juga disebut sebagai suatu alat dan Teknik analisis kimia modern yang mempermudah proses analisis. NMR dapat digunakan dalam analisis struktur komponen, kemurnian dan reaksi kimia suatu larutan (prinsip analisis). NMR adalah Teknik spektrometri dengan memanfaatkan medan magnet. Sebuah sampel pada kondisi tertentu dapat menyerap radiasi elektromagnetik dalam daerah

frekuensi radio yang sesuai dengan karakteristik sampel. Absorbansi yang terjadi disebabkan oleh karakteristik frekuensi radio (Sani, 2019).

Prinsip kerja peralatan NMR yaitu dengan memberikan medan magnetik yang dibangkitkan dari frekuensi radio dengan arah tegak lurus pada medan magnet dari elektromagnet atau magnet permanen. Magnetisasi total yang dihasilkan oleh spin inti dideteksi sebagai sinyal NMR (Sani, 2019). Spektrofotometer NMR merupakan instrument yang sangat penting untuk memperoleh informasi senyawa kimia. Gambaran hasil spektroskopi NMR dalam pemantauan senyawa kimia, baik struktur senyawa dari bahan alam yang belum diketahui (Jenie, *et al*, 2014).