

BAB II TNJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi

1. Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Menurut (Saputra *et al.*, 2021), klasifikasi tanaman kelor sebagai berikut:

| | |
|-------------|--|
| Kingdom | : Plantae |
| Sub kingdom | : Tracheobionta (<i>vascular plants</i>) |
| Superdivisi | : Spermatophyta (<i>seed plants</i>) |
| Divisi | : Mgnoliophyta (<i>flowering plants</i>) |
| Kelas | : Mgnoliopsida (<i>dicotyledons</i>) |
| Subkelas | : Dileniidae |
| Famili | : Moringaceae |
| Genus | : <i>Moringa</i> |
| Spesies | : <i>Moringa oleifera</i> Lam |



Gambar 1. Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Sumber : (Saputra *et al.*, 2021)

B. Sistematika Tanaman

1. Nama Lain

Tanaman kelor memiliki nama yang tidak sama pada wilayah yang berbeda, seperti Kelor (Jawa, Sunda, Bali, Lampung), Maronggih (Madura), Moltong (Flores), Keloro (Bugis), Ongge (Bima), Murong atau Barunggai (Sumatera), dan Hau Fo (Timur). Tanaman kelor sendiri berasal dari kaki bukit Himalaya yang berasal dari India dengan sebutan Drumstick (Aminah *et al.*, 2015).

2. Morfologi Tanaman

2.1 Daun. Menurut (Saputra *et al.*, 2021), tanaman kelor memiliki daun bersirip tidak sempurna, tersusun rapi selang seling dan ganjil. Anak daun berwarna hijau muda hingga tua. Pada daun yang sudah tua akan berubah warna menjadi menguning. Setiap daun kelor berbentuk telur, tipis, ujung dan pangkal tumpul, tepi rata, daun atas dan bawah halus. Setiap daun berukuran panjang dan lebar sekitar 1-2 cm, memiliki bau yang khas.



Gambar 2. Daun Kelor

Sumber : (Saputra *et al.*, 2021)

2.2 Batang. Menurut (Saputra *et al.*, 2021), tumbuhan kelor memiliki batang yang tegak berkulit tipis, warna putih kotor, dan bagian atas yang kasar. Pada cabang batang kelor sangat mudah patah, serta sudut antar cabang memiliki jarak yang sangat sempit.



Gambar 3. Batang Tanaman Kelor

Sumber : (Saputra *et al.*, 2021)

2.3 Bunga. Menurut (Saputra *et al.*, 2021), bunga kelor muncul sepanjang tahun. Bunga kelor memiliki bunga berwarna putih, berwarna agak kuning atau cream, bunga kelor panjangnya sekitar 10-15 cm dan memiliki 5 kelopak yang dilingkari 5 benang sari (*stamidia*).



Gambar 4. Bunga Kelor

Sumber : (Saputra *et al.*, 2021)

2.4 Buah dan Biji. Menurut (Saputra *et al.*, 2021), panjang dari buah daun kelor sekitar 20-60 cm dengan bentuk yang hampir menyerupai buncis. Buah kelor muda mempunyai warna hijau sedangkan buah tua berwarna coklat. Buah kelor memiliki 12-35 biji dengan bentuk bulat seperti kacang polong dan berwarna coklat kehitaman. Tiap tanamana kelor mampu mencapai 15.000-25.000 biji per tahun.



Gambar 5. Buah dan Biji Kelor

Sumber : (Saputra *et al.*, 2021)

2.5 Akar. Menurut (Saputra *et al.*, 2021), akar tanaman kelor berwarna putih, berbentuk tunggang, memiliki rasa pedas, dan berbau tajam. Jika akar daun kelor dikupas, akan terlihat kuning pucat dan bergaris halus, tekstur tidak keras dengan bentuk tidak teratur. Pada bagian luar, akar kelor supaya licin serta bidang bagian akar kelor sedikit berserat.



Gambar 6. Akar Tumbuhan Kelor

Sumber : (Saputra *et al.*, 2021)

3. Khasiat Tanaman Kelor

Tanaman kelor dijuluki “*miracle tree*” sebab mempunyai nutrisi yang melimpah dan sifat fungsional yang sangat bermanfaat bagi makhluk hidup (Marhaeni, 2021). Kelor berpotensi untuk dimanfaatkan dalam makanan, kosmetika dan industry, salah satunya yaitu biji. Biji kelor yang sudah matang mampu dirancang menjadi tepung atau minyak atau material pokok kosmetik (Aminah *et al.*, 2015).

Pada wilayah Indonesia bagian Timur, tanaman kelor dikonsumsi sebagai makanan sehari-hari, karena daun, biji, kulit kayu, akar tanaman kelor banyak mengandung nutrisi bagi tubuh. Tanaman kelor juga dapat dibuat jamu tradisional, makanan, dan obat-obatan yang berkhasiat bagi tubuh. Daun, biji, dan kulit batang kelor memiliki khasiat sebagai antidiabetes dan antioksidan. Sari akar kelor berkhasiat sebagai obat iritasi eksternal, suspensi biji kering dikenal selaku koagulan, kulit pohon selaku obat radang usus besar, daun kelor selaku antianemia, daun dan batang kelor selaku penyusutan tekanan darah tinggi dan obat diabetes (Dwika *et al.*, 2016).

4. Kandungan Tanaman Kelor

Kandungan kimia daun kelor mencakup vitamin, flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin (Saputra *et al.*, 2021). Tanaman kelor banyak dikenal masyarakat karena pencariannya yang mudah dan memiliki banyak kandungan yang berkhasiat, salah satu kandungan daun kelor yaitu senyawa fenolik, alkaloid dan minyak atsiri. Kegiatan farmakologi daun kelor tercipta sebab adanya senyawa aktif didalamnya, antara lain senyawa fenol dan flavonoid (Saputra *et al.*, 2021). Selain itu, daun kelor dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kosmetik, obat-obatan dan minuman probiotik bagi kesehatan. Adapun kandungan nilai gizi daun kelor segar dan kering menurut hasil analisa (Peternakan *et al.*, 2019).

Tabel 1. Gizi daun kelor segar dan daun kelor kering

| Komponen gizi(%) | Daun segar | Daun kering |
|-------------------|------------|-------------|
| Kadar Air | 75,0 | 7,5 |
| Kadar Abu | 2,3 | 3,87 |
| Kadar Lemak | 1,1 | 7,1 |
| Kadar Protein | 11,9 | 27,2 |
| Kadar karbohidrat | 13,4 | 38,2 |

Sumber : (Peternakan *et al.*, 2019)

Prosedur kerja setiap senyawa metabolit sekunder yang termuat pada ekstrak daun kelor tidak sama, selaras kedudukannya sendiri-sendiri. Berikut kandungan kimia tanaman kelor tiap bagian.

Tabel 2. Kandungan Kimia pada Tanaman

| Bagian Tanaman | Kandungan Kimia |
|----------------|--|
| Akar | 4-(α -L-rhamnopiranosiloksi)-benzilglukosinolat benzilglukosinolat, aurantiamid asetat, dan 1,3 dibenzil urea |
| Batang | 4-hidroksimellein, vanillin, β -sitosteron, asam oktacosanik dan β -sitosterol |
| Kulit Kayu | 4-(α -L-rhamnopiranosiloksi)-benzilglukosinolat |
| Eksudat Gum | L-arabiosa, D-galaktosa, asam D-glukoronat, L-rhamnosa, D-mannosa, D-xylosa dan leukoantosianin Glikosida niazirin, niazirinin dan <i>three mustard oil glycosides</i> , 4-[4'-O-asetil- α -L-rhamnosiloksi) benzyl isothiosianat, niaziminin A dan B. |
| Daun | <i>Growth promoters</i> , asam fenolat, <i>gallat</i> , klorogenat dan ferulat. Flavonoid-kaempferol, quercetin, dan rutin, asam askorbat, karotenoid (terutama lutein dan β -karoten) |
| Bunga | Asam amino, sukrosa, d-glukosa, alkaloid, lilin, flavonoid quersetin, kaempferol, isoquersetin, rhamnetin, kaempferitin, mineral-pottasium, kalsium. |
| Biji Tua | Crude protein, crude fat, karbohidrat, metionin, sistein, 4-(α -L-rhamnopirano siloksi) benzilglukosinolat, moringin, mono-palmitat dan di-oleat trigliserida. |
| Minyak Biji | Vitamin A, beta karoten, precursor Vitamin A |

Sumber : (Ghasani, 2016)

Menurut (Saputra *et al.*, 2021), identifikasi senyawa kimia ekstrak daun kelor memakai pelarut etanol 96%, selanjutnya dilaksanakan uji fitokimia guna melaksanakan deteksi pada senyawa yang termuat pada daun kelor. Temuan didapati adanya muatan positif mencakup alkaloid, flavonoid, fenolat, triterpenoid/steroid, dan tanin.

C. Senyawa Fenol

Senyawa fenolik ialah senyawa antioksidan alami yang ada pada senyawa aktif pada makanan. Senyawa ini mampu menangkal penyakit kanker dan jantung koroner. Lazimnya senyawa fenolik sederhana mempunyai karakteristik bakterisida, antiseptik, dan *antihelminthic* (Sam *et al.*, 2016). Menurut (Randhir *et al.*, 2004), fenol selaku senyawa yang mempunyai satu gugus hidroksil pada pembentukannya. Fenol pada daun kelor mampu larut sesudah diinkubasi pada rumen mampu dipergunakan selaku mikroba. Fenol termasuk dalam elemen dari karbohidrat struktural yang mengandung serat tinggi sehingga lebih sulit untuk dicerna. Semakin tinggi fenol pada tanaman maka semakin tinggi serat yang terdapat pada tanaman (Fitri *et al.*, 2015). Alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenol termasuk dalam golongan senyawa fenolik. Untuk menentukan kadar fenolik totalnya, terlebih dahulu dinilai melalui melaksanakan substitusi nilai absorbansi (y) melalui panjang gelombang

maksimum dari persamaan regresi linier $y = ax + b$ yang didapati kurva kalibrasi asam galat sehingga mendapatkan konsentrasi (x). Nilai x tersebut selanjutnya disubstitusi pada rumus guna menilai muatan total fenol (Hapsari *et al.*, 2018).

1. Alkaloid

Alkaloid adalah kelompok terbesar zat sekunder tumbuhan. Alkaloid termasuk senyawa basa yang memuat satu ataupun banyak atom nitrogen sebagai elemen dari mekanisme siklik (Saputra *et al.*, 2021). Alkaloid memiliki pengaruh di bidang kesehatan sebagai penyebab sistem saraf, meningkatkan tekanan darah, menekan rasa sakit, antimikroba, obat penenang, obat penyakit jantung dan lainnya. Kategori senyawa ini kerap ditemui pada wujud garam melalui pelarut HCl atau H₂SO₄. Alkaloid pada tumbuhan dapat berperan selaku penangkal racun (Saputra *et al.*, 2021).

2. Flavonoid

Flavonoid ialah senyawa fenolik yang mampu beralih jika dimuat dengan senyawa basa dan amonia. Senyawa flavonoid ialah senyawa polifenol yang mencakup atas 15 atom karbon yang tertata pada konfigurasi C₆-C₃-C₆. Flavonoid di alam selaku senyawa yang larut dalam air. Daun kelor memuat flavonoid yang berperan selaku antioksidan yang dapat memelihara oksidasi sel-sel tubuh. Flavonoid umumnya ditemukan pada hampir seluruh tanaman yang terikat pada gula selaku glikosida dan aglikon. Flavonoid mampu bermanfaat selaku antimikroba, antivirus, antioksidan, antihipertensi, dan memulihkan gangguan fungsi hati. Flavonoid mempunyai karakteristik bakteriostatik guna menangkal perkembangan bakteri (Saputra *et al.*, 2021).

3. Tanin

Tanin selaku senyawa yang temuat pada tumbuhan mempunyai rasa sepat. Secara kimia tanin terbagi atas dua kelompok, yakni tanin terkondensasi (tanin katekin) dan tanin terhidrolisis. Tanin terkondensasi ditemukan di gymnospermae dan angiospermae, termuat pada spesies tanaman berkayu sementara tanin terhidrolisis terwujud pada tanaman berkeping dua. Tanin selaku senyawa aktif metabolit sekunder yang memiliki kegunaan yakni selaku astringen, anti diare, antibakteri dan antioksidan (Saputra *et al.*, 2021).

4. Saponin

Saponin ialah macam senyawa kimia yang banyak ditemukan pada tanaman. Senyawa ini termasuk glikosida amfipatik yang berbusa

bila dikocok kuat-kuat pada larutan, busanya konstan dan tidak gampang memudar. Saponin mempunyai kegiatan selaku antimikroba/antibakteri, antifungi, anti peradangan sehingga mampu memulihkan diare, disentri, sariawan, keputihan, dan bisul (Saputra *et al.*, 2021).

Menurut penelitian (Guntarti *et al.*, 2021), penentuan kandungan kadar total fenolik dalam ekstrak etanol daun kelor diperoleh hasil dari daerah Sleman sejumlah $127,87 \pm 2,71$ mg GAE/gram ekstrak, dari daerah Wonosari sejumlah $99,40 \pm 2,68$ mg GAE/gram ekstrak, dan dari daerah Wonosobo sejumlah $142,92 \pm 1,81$ mg GAE/gram ekstrak.

D. Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah pengambilan senyawa kimia yang terkandung pada tumbuhan dengan cara menggunakan pelarut cair sehingga mendapatkan ekstrak yang larut dan dapat dipisahkan dari komponen yang tidak larut. Mekanisme ekstraksi mampu dilakukan melalui upaya dingin ataupun panas (DepKes RI, 2000). Metode dingin adalah maserasi dan perkolasi, sementara metode panas adalah refluks, digesti, infus serta dekok. Maserasi adalah metode ekstraksi sederhana dengan merendam serbuk sampel pada pelarut dengan suhu kamar dan ditempatkan pada wadah tertutup, pelarut dipisahkan dari serbuk sampel dengan penyaringan (Saputra *et al.*, 2021).

Pada penelitian ini, mekanisme ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Dasar maserasi ialah melarutnya muatan simplisia dari sel yang rusak dan terwujud selama pemurnian, ekstraksi bahan dari sel utuh. Keunggulan ekstraksi maserasi dibandingkan dengan metode ekstraksi yang lain ialah lebih gampang, murah, serta mampu dipakai pada zat aktif yang tidak tahan panas. Pemakaian metode maserasi memerlukan durasi yang panjang dan pelarut yang terukur lebih beragam. Mungkin juga beragam senyawa tidak mampu diekstraksi pada suhu kamar. Namun metode maserasi baik guna menjauhi rusaknya senyawa termolabil (tidak konstan pada situasi suhu tinggi) (Saputra *et al.*, 2021). Metode yang sering dipakai pada ekstrak daun kelor ialah maserasi. Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap daun kelor dengan berbagai metode ekstraksi.

Beberapa metode yang sudah dilakukan oleh (Saputra *et al.*, 2021), untuk Metode pertama maserasi, serbuk daun kelor dimaserasi melalui pelarut etanol 96% 1:20 (b/v) serbuk simplisia yang sudah direndam diaduk setiap hari 1 kali selama 4 hari pada suhu kamar.

Remaserasi dilakukan sampai mendapatkan ekstrak yang tidak berwarna. Filtrat yang didapat dijadikan satu kemudian diuapkan memakai evaporator vakum putar merk buchi dengan tekanan 75 mbar dan temperatur 40°C hingga mendapatkan ekstrak kental. Mendapatkan hasil bobot ekstrak 3,42 gram dan rendemen 8,55%. Metode kedua perkolasi, dengan perbandingan 1:20 (b/v) pelarut etanol 96% laju air 1 mL/menit pada suhu kamar. Hasil filtrat dijadikan satu kemudian diuapkan memakai vakum evaporator merk buchi dengan tekanan 75 mbar temperature 40°C hingga mendapatkan ekstrak kental. Hasil dari bobot ekstrak 1,41 gram dan rendemen 3,525%. Metode ketiga sokletasi, serbuk daun kelor diekstraksi bersama pelarut etanol 96% memakai alat soxhlet (60-80°C) dengan perbandingan 1:50 (w/v) sampai mendapatkan ekstrak yang tidak berwarna. Filtrat yang didapat dijadikan satu kemudian diuapkan menggunakan evaporator vakum putar merk buchi dengan tekanan 75 mbar dan temperatur 40°C hingga mendapatkan ekstrak kental. hasil dari bobot ekstrak 0,75 gram dan rendemen 1,875%. Metode keempat rebusan, serbuk daun kelor direbus melalui air suling 1:20 (b/v) selama 6 jam lalu disaring. Ekstraksi diulang sampai mendapatkan hasil akhir tidak berwarna. Filtrat yang didapat dijadikan satu selanjutnya diuapkan di bak air mendidih hingga didapati berat stabil ekstrak rebusan. Hasil dari bobot ekstrak 10,49 gram dan rendemen 26,225%. Dari kesimpulan data yang sudah dilakukan oleh (Susanty, 2019), mendapatkan hasil ekstrak daun kelor dengan prosedur sokletasi mempunyai muatan flavonoid terbanyak yakni 245,771 mg/mL. Pada penelitian lain (Saputra *et al.*, 2021), metode maserasi mendapatkan hasil kadar flavonoid terbesar pada hari ke-5 yakni 9,65 µg/mL. Kegiatan antioksidan ekstrak daun kelor ditandai bersama nilai IC50 sejumlah 4,289 µg/mL. Karakter fisik moisturizer bersama perluasan ekstrak daun kelor mempunyai pH 7,82, viskositas sejumlah 6853 cP, dan bobot jenis sebesar 0,9652 gram/liter. Menurut (Nurulita *et al.*, 2019), uji antioksidan dan *Anty-aging Body Butter* bersama ekstrak daun kelor mendapatkan hasil yaitu sebesar 10,45mg GAE/gram ekstrak bagi fenolik total serta 5,53% guna flavonoid total.

E. Fitokimia

Fitokimia merupakan ilmu yang mempelajari sifat dan interaksi senyawa kimia (Saputra *et al.*, 2021). Uji fitokimia termasuk pengujian kualitatif yang meliputi alkaloid, flavonoid, dan tannin. Pengujian fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa dengan

adanya perubahan warna. Pada penelitian (Saputra *et al.*, 2021), temuan pengujian fitokimia ekstrak daun kelor mengartikan muatan senyawa alkaloid, flavonoid, fenolat, triterpenoid atau steroid dan tanin.

F. Fermentasi

Fermentasi ialah mekanisme perpindahan kimia pada substrat bahan organik bersama kegiatan enzim yang didapati mikroorganisme (Paternakan *et al.*, 2019). Mikroba dalam fermentasi makanan sering ditemui berupa bakteri, khamir, dan kapang. Tonggak rujukan dilakukannya fermentasi untuk membagikan pengaktifan mikroba supaya mampu mengubah wujud, maka produk fermentasi tersebut berguna. Aspek yang dapat mempengaruhi fermentasi berhasil mencakup mikroorganisme, substrat (medium), pH (keasaman), suhu, oksigen, serta air (Paternakan *et al.*, 2019).

Menurut (Adi Wira Kusuma *et al.*, 2020) selain nutrisi, suhu, air, pH dan oksigen, fermentasi juga didampaki oleh durasi. Durasi fermentasi sangat berpengaruh dalam proses fermentasi. Menurut (Adi Wira Kusuma *et al.*, 2020) durasi fermentasi asam laktat dengan waktu yang pendek bakal memicu penambahan bakteri tidak tepat dan populasinya kurang guna diklasifikasikan selaku probiotik, sementara durasi fermentasi yang cukup lama bakal menimbulkan rasa yang masam pada produk serta bakal memicu penyusutan populasi bakteri asam laktat sebab menipisnya nutrisi pada substrat dan akumulasi metabolit toksik seperti etanol yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat heterofermentatif.

Menurut (Rahmi *et al.*, 2020) pengaruh fermentasi terhadap total fenolik, ekstrak tepung biji teratai mendapatkan hasil jumlah fenolik $70,52 \pm 0,53$ menjadi $99,82 \pm 0,60$ mg GAE/gram, kegiatan penghalang radikal $80,37 \pm 0,89$ menjadi $87,64 \pm 0,68\%$ serta kegiatan antibakteri yang ditampilkan penghalang pada bakteri *E. coli*, *Salmonella* dan *S.aureus*. Fermentasi bisa meningkatkan muatan jumlah fenolik dan kegiatan biologis pada tepung teratai, maka mempunyai potensi dipakai bahan pangan fungsional. Menurut (Wijayanti *et al.*, 2017), penggunaan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* pada fermentasi sari buah tin menampilkan peningkatan kadar fenolik jumlah dan kegiatan antioksidan yang optimal pada bakteri asam laktat lain yang dipakai yakni *L. acidophillus*, *L. casei*, dan *L. plantarum*. Penggunaan bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* pada fermentasi sari rimpang temu giring menampilkan tingginya derajat fenolik yang paling besar (Murelina & Wijayanti, 2018).

G. *Lactobacillus Bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus berwujud batang dan dapat berbentuk batang dengan untaian panjang. *Lactobacillus bulgaricus* masuk dalam kelompok asam laktat karena mampu mengubah gula menjadi asam laktat karena hal tersebut banyak yang menggunakan bakteri ini untuk pembuatan yoghurt dan susu fermentasi lainnya, serta mempunyai kegunaan utama ketika penambahakan mutu organoleptik, higienis dan probiotik dari produk itu (Richard Hendarto *et al.*, 2021).

Lactobacillus bulgaricus dapat dibagi menjadi dua komunitas, yakni homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri homofermentatif mampu memisahkan gula menjadi asam laktat dan mampu tumbuh di suhu 37°C atau lebih sedangkan pada bakteri heterofermentatif mampu memisahkan gula menjadi asam laktat menjadi produk lainnya seperti alkohol, asetat dan karbon dioksida (Susilawati, 2016)

Menurut (Richard Hendarto *et al.*, 2021), klasifikasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* secara umum sebagai berikut:

| | |
|---------|-----------------------------------|
| Kingdom | : Bacteria |
| Divisio | : Fimicutes |
| Classis | : Bacilli |
| Ordo | : Lactobacillales |
| Familia | : Lactobacillaceae |
| Genus | : <i>Lactobacillus</i> |
| Species | : <i>Lactobacillus bulgaricus</i> |



Gambar 7. *Lactobacillus bulgaricus* (Richard Hendarto *et al.*, 2021)

Lactobacillus bulgaricus selaku bakteri gram positif (katalase negatif, tidak berspora, uniseluler, anaerob, heterotropik, bertumbuh melalui optimal pada media yang mengandung karbohidrat dan ekstrak daun). Tumbuh pada pH 5,5 dan bakal berhenti tumbuh pada pH 3,5-3,8. Suhu peningkatan optimal guna *Lactobacillus bulgaricus* yaitu 42-45°C. Menurut Wardani, A. K. (2011), pengaruh fermentasi memakai bakteri

Lactobacillusbulgaricus pada muatan total fenol serta kegiatan antioksidan sari buah naga merah mendapatkan hasil dari analisis statistik uji t pada hari ke-2 sejumlah 0,042 mg GAE/gram sedangkan pada sampel yang lain dengan hari selanjutnya menurun, jika disandingkan bersama kadar fenol yang difermentasi. Sampel fermentasi dan non-fermentasi menampilkan ketidaksamaan yang signifikan bersama nilai $\alpha < 0,05$. Mampu dibagikan simpulan fermentasi memakai *L. bulgaricus* mampu memengaruhi kadar fenol total dan aktivitas antioksidan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*).

H. Spektrofotometri UV-Vis

UV-Vis singkatan dari ultraviolet-visible. Spektrofotometer UV-Vis dipakai guna menganalisis karakteristik serapan material yang optimal pada wujud larutan atau padatan dengan rentang panjang gelombang ultraviolet 200-700 nm. Pada spektrofotometri UV-Vis menggunakan energi diatas 1 eV. Ada dua jenis spektrometer UV-Vis, jenis pertama spektrometer yang memperoleh sinar dari spektrum bersama panjang gelombang khusus dan jenis kedua fotometer instrument intensitas sinar yang disalurkan atau yang diserap (Ngara, 2014). Spektrofotometri UV-Vis banyak digunakan untuk mengidentifikasi senyawa organik tidak berwarna. Jika zat yang akan dianalisis berwarna maka zat tersebut direaksikan dengan pereaksi tertentu hingga mendapatkan zat yang tidak berwarna. Namun jika zat berwarna maka dianalisis menggunakan spektrofotometri sinar tampak.

Kelebihan alat Spektrofotometer UV-Vis ialah mampu melaksanakan kajian beragam zat organik dan anorganik, pemilihan, memiliki kehati-hatian yang besar dan memiliki eror yang lumayan kecil (1%-3%), dilaksanakan melalui cepat serta optimal, menentukan jumlah yang sangat kecil (Hasibuan, 2015). Bahkan hasil yang didapat begitu tepat, dimana angka yang terbaca langsung terekam oleh detektor dan dicetak pada bentuk angka digital atau grafik regresi (Yahya, 2017)

I. Landasan Teori

Senyawa fenolik selaku kelompok senyawa terbesar yang berperan sebagai antioksidan alami bagi tanaman, senyawa fenolik alami mencakup polifenol yang membentuk senyawa ester, eter, atau glikosida, mencakup flavonoid, tanin, tokoferol, kumarin, lignin, turunan asam sinamat, dan asam organik polifungsional. Salah satu tanaman yang

memiliki senyawa fenolik yaitu daun kelor, senyawa fenolik secara fitokimia mencakup flavonoid, fenol, alkaloid, saponin, dan tanin (Fitri *et al.*, 2015). Dalam penelitian kali ini menggunakan ekstrak kelor untuk memastikan di dalam ekstrak kelor terdapat kandungan total fenol atau tidak yaitu dengan uji fitokimia.

Uji fitokimia ialah prosedur penilaian awal guna mengetahui senyawa kimia yang terdapat didalam suatu tumbuhan. Setelah dilakukan uji fitokimia dan terdapat senyawa fenol dalam daun kelor untuk langkah selanjutnya akan dilakukan fermentasi pada ekstrak daun kelor. Fermentasi ialah sebuah prosedur perpindahan kimia pada sebuah substrat organik yang melalui dari aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Peternakan *et al.*, 2019). Banyak penelitian yang menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* karena bakteri ini menghasilkan asam laktat sebagai produk inti fermentasi karbohidrat (Rahayu dan Margino, 1997). Sehingga pada penelitian kali ini menggunakan metode eksperimental di Laboratorium Universitas Setia Budi Surakarta, menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* serta susu sapi murni sebagai media nutrisi bakteri, sebab susu sapi murni memuat laktosa yang berperan selaku acuan energi utama pada penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan merupakan substrat sebagai media fermentasi. Fermentasi kali ini menggunakan interval inkubasi 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dengan masing-masing 3 replikasi. Setelah itu proses selanjutnya melihat kadar fenol total pada ekstrak daun kelor terfermentasi menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis.

Beberapa penelitian terkait uji kadar fenolik total dan fermentasi ekstrak yakni pengukuran yang menguji kadar fenolik total dari ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L.) dengan interval inkubasi 24, 48, dan 72 jam yang difermentasi, menunjukkan hasil kadar fenolik total di waktu 24 jam sebesar $8.817 \pm 0,079$; 48 jam sebesar $7,391 \pm 0,018$; dan 72 jam sebesar $5,997 \pm 0,078$ mg GAE/gram (Sari *et al.*, 2020). Menurut penelitian yang sudah dilakukan (Murelina & Wijayanti, 2018), menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* pada senyawa fenolik total bisa memfermentasi sari temu giring dan menaikkan kadar fenolik total sejumlah $9,474 \pm 2,042$ mg GAE/gram, kemudian sesudah difermentasi senilai $61,333 \pm 1,643$ mg GAE/gram. Kadar fenolik total ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L.) sebesar $4,028 \pm 0,064$ mg GAE/gram dan setelah difermentasi sebesar $8,817 \pm 0,079$ mg GAE/gram.

J. Hipotesis

Berlandaskan landasan teori, hipotesis pada penelitian ini disusun sebagai berikut :

Pertama, fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dapat menaikkan kadar fenolik total ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L).

Kedua, Uji fitokimia total fenolik dilakukan menggunakan metode folin Ciocalteu, kandungan total fenolik dari fraksi metanol daun kelor sebesar 126,52 mg/kg ekivalen asam gala