

BAB I

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Kelor (*Moringa oleifera* Lam)

Moringaceae terdiri dari satu marga dengan beberapa jenis yaitu *M. oleifera*, *M. arabica*, *M. pterygosperma*, *M. peregrine* (Tjitrosoepomo, 2010). Kelor atau *Moringa oleifera* Lam (sinonim: *Moringa pterygosperma* Gaertner) Di Indonesia kelor dikenal dengan beberapa nama yaitu : Sulawesi menyebutnya *kero*, *wori*, *kelo*, atau *Keloro*; Madura menyebutnya *marongih*; di Sunda dan Melayu disebut Kelor; di Aceh disebut *murong*; di Ternate dikenal sebagai *kelo*; di Sumbawa disebut *kawona*; di Minang disebut *murunggai*, di Lampung *kilor* (Heyne, 1987). Sedangkan kelor dalam bahasa Inggris dikenal sebagai '*drumstick*' karena buahnya yang menyerupai stik drum. Sementara di beberapa negara dikenal dengan nama *kelor*, *marango*, *mlonge*, *mulangay*, *nebeday*, *saijhan*, dan *sajna* (Fahey, 2005).

1.1.1. Klasifikasi

Kingdom : plantae
Divisi : magnoliophyta
Classis : magnoliophyta
Ordo : brassicales
Familia : moringaceae
Genus : *Moringa*
Species : *Moringa oleifera* Lam.

1.1.2. Deskripsi umum

Tanaman kelor merupakan pohon yang dapat tumbuh dengan cepat, tingginya bisa mencapai 8 m. Kelor merupakan tanaman asli dari Himalaya, dan secara umum dibudidayakan pada iklim tropis atau panas, pada daerah Jawa dapat ditemukan sampai 300 m di atas permukaan laut dan mungkin masih diperoleh pada daerah yang lebih tinggi. Dapat dibudidayakan secara generatif dan vegetatif seperti stek. Tanaman kelor mudah sekali ditanam, sebagian dari cabang yang dimasukkan kedalam tanah akan terbentuk akar dan dapat menjadi tanaman baru (Heyne, 1987).

Tumbuh di dataran rendah dan tinggi sampai ketinggian ± 1000 m dpl. Banyak ditanam sebagai tanaman pagar. Kelor dapat mentolerir berbagai kondisi lingkungan, sehingga mudah tumbuh, tahan dalam musim kering yang panjang dan tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan tahunan berkisar antara 250 sampai 1500 mm.

Tanama kelor merupakan perdu yang batangnya dapat tumbuh hingga 7 sampai 11 atau 12 meter. Batang kayunya mudah patah dan cabangnya jarang, namun kelor memiliki akar yang kuat. Warna dari batang pokoknya ialah kelabu (Lestari, 2013).

Pohon kecil dengan rasa dan bau tajam. Bijinya berbau khas, memiliki bentuk segitiga dan bersayap tiga seperti selaput, dalam bentuk sisir dengan paruk yang menajam. Daun bersirip tak sempurna, daun kecil sebesar ujung jari berbentuk telur. Bunga putih, besar, terkumpul dalam pucuk lembaga di bagian

ketiak. Kulit akar berasa dan berbau tajam dan pedas, dari dalam kuning pucat bergaris halus, tetapi terang dan melintang (Sastroamidjojo, 2001).

1.1.3. Penyebaran

Kelor merupakan tanaman asli dari wilayah barat sekitar sub-Himalaya, India, Pakistan, Bangladesh, Asia Kecil, Afrika dan Arabia dan tersebar di Filipina, Kamboja, di bagian Barat, Timur, dan Selatan Afrika, Amerika Tengah, Amerika Utara dan Selatan, Kepulauan Karibia, Florida, dan Pulau Pasifik. Kelor tersebar dan tumbuh dengan baik di luar daerah asalnya, termasuk seluruh Asia Selatan, dan di banyak negara Asia Tenggara, Semenanjung Arab, tropis Afrika, Amerika Tengah, Karibia dan tropis Amerika Selatan. Kelor menyebar dan telah menjadi naturalisasi di bagian lain Pakistan, India, dan Nepal, serta di Afghanistan, Bangladesh, Sri Lanka, Asia Tenggara, Asia Barat, Jazirah Arab, Timur dan Afrika Barat, sepanjang Hindia Barat dan Selatan Florida, di Tengah dan Selatan Amerika dari Meksiko ke Peru, serta di Brazil dan Paraguay. *Moringa oleifera* merupakan tumbuhan penting di India, Etiopia, Filipina, dan Sudan serta tumbuh di bagian Barat, Timur, dan Selatan Afrika, Asia tropis, Amerika Latin Karibia, Florida, dan Pulau Pasifik (Fahey, 2005).

1.1.4. Morfologi

a. Akar (*radix*)

Akar tanaman kelor merupakan akar tunggang. Kulit akar memiliki rasa pedas dan berbau tajam, bagian dalam berwarna kuning pucat, bergaris halus tapi terang dan melintang (Sastroamidjojo, 2001). Pohon tumbuh dari biji akan memiliki perakaran yang dalam, membentuk akar tunggang yang lebar dan

serabut yang tebal. Akar tunggang tidak terbentuk pada pohon yang diperbanyak dengan stek. Akarnya berbau dan berasa khas yang sulit dibedakan dengan indera penciuman dan perasa (Heyne, 1987).

b. Batang (*caulis*)

Merupakan tumbuhan yang berbatang jenis batang berkayu. Bentuknya bulat dan permukaannya kasar. batangnya dapat tumbuh hingga tujuh sampai sebelas atau dua belas meter. Batang kayunya mudah patah dan cabangnya jarang. Warna dari batang pokoknya ialah kelabu (Lestari, 2013).

c. Daun (*folium*)

Merupakan daun majemuk, bertangkai panjang, tersusun berseling, helai daun saat muda berwarna hijau muda - setelah dewasa hijau tua, bentuk helai daun bulat telur, panjang 1 - 2 cm, lebar 1 - 2 cm, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul tepi rata, susunan pertulangan menyirip, permukaan atas dan bawah halus. Daun bersirip tak sempurna, daun kecil sebesar ujung jari berbentuk telur (Sastroamidjojo, 2001).

d. Bunga

Bunga besar muncul di ketiak daun bertangkai panjang, kelopak berwarna putih agak krem, menebar aroma khas. Bunganya berwarna putih kekuning-kuningan terkumpul dalam pucuk lembaga di bagian ketiak dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Malai terkulai 10 – 15 cm, memiliki 5 kelopak yang mengelilingi 5 benang sari dan 5 *staminodia*. Bunga Kelor keluar sepanjang tahun dengan aroma yang khas (Lestari, 2013; Sastroamidjojo, 2001).

e. Buah atau Polong

Buah atau polong Kelor berbentuk segi tiga memanjang yang disebut klentang (Jawa) dengan panjang 20 - 60 cm, ketika muda berwarna hijau - setelah tua menjadi cokelat, biji di dalam polong berbentuk bulat, ketika muda berwarna hijau terang dan berubah berwarna coklat kehitaman ketika polong matang dan kering. Buahnya berisi bahan yang baunya khas seperti rempah. Di dalam buahnya berwarna putih dan terdapat biji yang bersayap (Heyne, 1987).

f. Biji

Biji berbentuk bulat dengan lambung semi-permeabel berwarna kecoklatan. Lambung sendiri memiliki tiga sayap putih yang menjalar dari atas ke bawah. Bijinya berbau khas, memiliki bentuk segitiga dan bersayap tiga seperti selaput, dalam bentuk sisir dengan paruk yang menajam. Setiap buahnya mengandung lima sampai dua puluh biji didalamnya (Lestari, 2013; Sastroamidjojo, 2001).

1.1.5. Manfaat dan kandungan senyawa

Manfaat kelor di Indonesia ialah digunakan dalam pengobatan tradisional. Buah biasa dimasak dan dijadikan sebagai sayur, dimakan dengan mengenyut empulurnya kulit akar dapat dikerik sampai kayunya dan ditaburkan di atas daging atau ikan. Akar juga dapat diremas bersama akar pepaya kemudian dioleskan pada bagian tubuh yang membengkak. Kulitnya dapat ditumbuk dan biasa digunakan sebagai obat demam.

Daun memiliki rasa yang sedikit pahit, biasa digunakan sebagai sayur. Daun kelor oleh orang Indonesia sering digunakan sebagai obat beri-beri, baik

digunakan sebagai obat luar dan juga obat dalam, selain itu juga dikenal sebagai diuretikum yang baik, terutama pada penderita gonorrhoe (Heyne, 1987). Daun kelor telah digunakan untuk mengatasi malnutrisi, terutama diantara bayi dan ibu yang menyusui dan mempercepat kontraksi uterin selama proses melahirkan pada perempuan hamil. Daunnya diteliti memiliki aktivitas antihypertensive, diuretic, antispasmodic, antiulcer, antikanker dan menurunkan kadar kolesterol (Caceres, 1992; Dangi *et al.*, 2002; Fahey *et al.*, 2004).

Pada tahun 1997-1998, *Alternative Action for African Development* (AGADA) and *Church World Service* menguji kemampuan serbuk daun kelor untuk pencegahan dan pengobatan malnutrisi pada wanita hamil dan wanita menyusui dan juga anak-anaknya di Senegal. Hasilnya menunjukkan peningkatan berat badan dan kesehatan pada anak-anak, menyembuhkan anemia pada wanita hamil dan bayinya memiliki berat badan yang lebih tinggi, dan peningkatan produksi ASI pada ibu menyusui (Fuglie, 2001; Sambou, 2001).

Sedangkan dalam ekstrak metanol daun kelor diperoleh senyawa asam klorogenik, rutin, *quercetin glucoside*, dan *kaempferol rhamnoglucoside*. Di dalam akar dan batangnya diperoleh beberapa senyawa *procyanidin* (Atawodi, 2010).

1.2. Kalium

Kalium merupakan kation utama yang terdapat di dalam sel tubuh. Sekitar 98% jumlah kalium dalam tubuh berada di dalam cairan intrasel. Konsentrasi kalium intrasel sekitar 145 mEq/L dan konsentrasi kalium ekstrasel 4-5 mEq/L (sekitar 2%). Jumlah konsentrasi kalium pada orang dewasa berkisar 50-60 per

kilogram berat badan (3000-4000 mEq). Jumlah kalium ini dipengaruhi oleh umur dan jenis kelamin. Jumlah kalium pada wanita 25% lebih kecil dibanding pada laki-laki dan jumlah kalium pada orang dewasa lebih kecil 20% dibandingkan pada anak-anak (Priest, 1996).

Fungsi utama kalium menjaga kestabilan cairan tubuh, dan juga berperan dalam regulasi tekanan darah. Kalium membantu menjaga kestabilan denyut jantung dan mempengaruhi sistem saraf, meningkatkan kontrol otot dan pertumbuhan dan kesehatan sel melalui kerjanya mengeluarkan produk buangan, membantu kerja ginjal dalam proses ekskresi. Kalium juga berperan dalam fungsi mental dan fisik. Membantu mengefisiensikan fungsi kognitif dengan berperan dalam menyediakan oksigen ke otak (Nuble, 2005).

Kadar kalium yang tinggi mampu meningkatkan ekskresi natrium dalam urin atau dikenal dengan natriuresis, sehingga hal tersebut dapat menurunkan volume darah dan tekanan darah. Namun sebaliknya, bila terjadi penurunan kalium dalam ruang intrasel akan menyebabkan cairan dalam ruang intrasel cenderung tertarik ke ruang ekstrasel dan akibatnya terjadi retensi natrium dikarenakan respon dari tubuh agar osmolalitas pada kedua kompartemen berada pada titik ekuilibrium, hal tersebut dapat meningkatkan tekanan darah (Winarno, 2009).

1.3. Konduktometer

Salah satu metode elektrokimia yang paling tua dan dalam banyak hal paling simpel ialah pengukuran konduktivitas elektrolit. Ion dari harga transport elektrolit (arus konduksi) dari sebuah larutan. Berdasarkan energi panas, molekul dari pelarut dan ion zat terlarut terus bertabrakan, dan pergerakan tersebut terjadi secara acak dengan perubahan frekuensi pada kecepatan dan arah. Ketika medan listrik diaplikasikan pada larutan, ion merasakan gaya yang menyerang mereka menuju elektode berlawanan (Willard, 1988).

Konduktivitas elektrolit ialah pengukuran kemampuan larutan untuk membawa arus listrik. Konduktivitas elektrolit suatu arus elektrik dalam larutan terukur karena adanya migrasi ion-ion yang dipengaruhi oleh gradien potensial. Pergerakan ion pada kecepatannya dipengaruhi oleh harganya dan ukuran, viskositas mikroskopik dari medium, dan besarnya gradien potensial. Seperti konduktor logam, mereka mengikuti hukum ohm (Willard, 1988).

Hukum ohm menyatakan bahwa arus I yang mengalir dalam sebuah penghantar, berbanding lurus dengan gaya listrik E (volt), dan berbanding terbalik dengan resistans R (ohm) dari pengantar (Basset, 1991) :

$$I = \frac{E}{R} \quad (1)$$

Kebalikan dari resisten, $\frac{1}{R}$, disebut konduktans dan dalam SI disebut dengan siemens. Unit standar dari konduktans ialah spesifik konduktans, k , dimana digambarkan sebagai kebalikan resisten dalam ohm pada 1/cm kubik cairan pada suhu spesifik. Satuan dari konduktan ialah $\text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$ atau S/cm . Dimana d ialah jarak antara elektrode dan A ialah luas area (Willard, 1988).

$$\frac{1}{R} = S = k \frac{A}{d} \quad (2)$$

Aplikasi analitik tergantung pada relasi antara konduktan dan konsentrasi pada berbagai ion dan ionik konduktan spesifik. Konduktan elektrikal dari larutan ialah penjumlahan kontribusi dari semua ion yang ada. Hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah ion per unit volume dari larutan dan pergerakan dimana ion-ion tersebut bergerak dibawah pengaruh dari gaya elektromotive (Willard, 1988).

Terdapat batas pada pengukuran resistensi elektrolit pada tiap akurasi dan sensitivitas yang diinginkan. Kemunculan maksimal berada disekitar 500-10000 ohm. Untuk sel dengan elektrode tetap, rasio $\frac{d}{A}$ ialah konstan, disebut sel konstan, θ , mengikuti hal tersebut (Willard, 1988).

$$K = \frac{1}{R} \frac{d}{A} = \frac{\theta}{R} = S\theta \quad (3)$$

Konduktivitas suatu larutan sedikit bergantung pada temperature. Peningkatan suhu tanpa terkecuali menghasilkan peningkatan konduktivitas ionik dan pada kebanyakan ion sekitar 2% sampai 3% per derajat. Untuk pengerjaan yang tepat, sel konduktans harus dimasukkan kedalam larutan dengan suhu konstan (Willard, 1988).

Pada pengukuran konduktometri, elektrode ditempatkan pada kontak langsung dengan larutan dan suatu arus bolak-balik potensial diberikan. Polarisasi pada permukaan dari elektrode di hindari dengan meningkatkan area permukaan makroskopik melalui platinisasi dan atau pengoperasian pada frekuensi tinggi. Pada kondisi ini kontribusi dari arus non faraday sangat luas sehingga proses elektode sendiri tidak mengatur dan penurunan potensial melalui penghubung

elektode-larutan ialah konstan dan di asumsikan sama untuk seluruh larutan (Willard, 1988).

Banyak terdapat beberapa tipe sel konduktans secara komersial. Sel celup ialah merupakan yang paling sederhana untuk digunakan kapan saja cairan akan di uji pada wadah terbuka. Hanya dengan memasukkannya kedalam larutan pada kedalaman yang tepat untuk menutup elektrode. Sel konduktan dikalibrasi menggunakan larutan yang telah diketahui konduktivitasnya, biasanya larutan kalium klorida (Willard, 1988).

1.4. Pengendapan

Endapan merupakan zat yang memisahkan diri sebagai suatu fase padat keluar dari larutan. Endapan dapat berupa kristal atau koloid, dan dapat dipisahkan dari larutan dengan penyaringan atau sentrifugasi. Endapan terbentuk jika larutan menjadi terlalu jenuh oleh suatu zat yang akhirnya mengendap. Kelarutan (S) suatu endapan ialah sama dengan konsentrasi molar dari larutan jenuhnya. Kelarutan tersebut bergantung pada berbagai kondisi seperti suhu, tekanan, konsentrasi zat dalam larutan, dan komposisi pelarutnya. Faktor yang paling mempengaruhi ialah suhu, umumnya kelarutan endapan akan bertambah besar dengan adanya kenaikan suhu (Svehla, 1979:72).

Faktor-faktor yang mempengaruhi berhasilnya cara pengendapan ialah (Gandjar, 2011:98) :

- a) Endapan harus sedemikian tidak larut, sehingga tidak ada kehilangan yang berarti pada penyaringan. Keadaan ini dapat tercapai bila banyaknya zat

yang tidak terendapkan tidak melampaui batas minimum yang dapat ditunjukkan neraca analitik.

- b) Keadaan fisis endapan harus sedemikian rupa sehingga dapat segera dipisahkan dari larutannya dengan penyaringan serta dicuci hingga bebas dari pengotor.
- c) Endapan harus dapat diubah ke bentuk senyawa murni dengan susunan yang pasti; dapat dicapai dengan pemijaran atau pengeringan atau penguapan dengan cairan yang cocok.

1.5. Spektrofotometri Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah *trace* dan *ultratrace*. Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut. Pelaksanaan spektroskopi serapan atom relatif sederhana dan interferensinya sedikit (Gandjar, 2011:298).

Proses yang terjadi pada Spektroskopi serapan atom dibagi menjadi dua proses utama: 1. Produksi atom bebas dalam sampel, 2. Absorpsi radiasi dari sumber eksternal oleh atom-atom tersebut (Willard, 1988).

Metode spektroskopi serapan atom mendasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang tertentu tersebut akan memiliki cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom dimana transisi elektronik suatu atom bersifat spesifik (Gandjar, 2011:299).

Keberhasilan analisis dengan metode ini tergantung pada proses eksitasi dan cara memperoleh garis resonansi yang tepat, temperatur nyala harus sangat tinggi. Hal ini dapat diterangkan dengan persamaan Boltzman,

$$\frac{N_j}{N_o} = \frac{P_j}{P_o} \exp\left(-\frac{E_j}{KT}\right) \quad (4)$$

- K : Tetapan Boltzman ($1,38 \times 10^{-16}$ energi/derajat Kelvin)
 T : Suhu dalam derajat (Kelvin)
 E_j : Selisih energi (erg) antara keadaan tereksitasi dengan keadaan awal
 N_j : Jumlah atom dalam keadaan tereksitasi
 N_o : Jumlah atom dalam keadaan awal
 P_j : Jumlah keadaan kuantum dengan energi yang sama pada keadaan tereksitasi
 P_o : Jumlah keadaan kuantum dengan energi yang sama pada keadaan awal

(Gandjar, 2011:300-301).