

## **BAB 6**

### **PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan variasi konsentrasi yang dijadikan ekstrak kental dengan dosis 400 mg/kgBB, 500 mg/kgBB, dan 600 mg/kgBB terhadap kadar Kadmium dan Kolesterol LDL sebagai indikator aterosklerosis yang merupakan penyempitan dinding arteri akibat penumpukan lipoprotein, pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang terinduksi kadmium. Pada Penelitian ini, hewan coba berupa Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang diadaptasi dengan lingkungan baru selama 10 hari dengan diberi pakan dan minum 2 kali sehari sebelum diberikan perlakuan. Untuk melihat efektivitas ekstrak daun kelor tikus putih diberikan perlakuan berupa induksi kadmium klorida  $CdCl_2$  3 mg/kgBB untuk meningkatkan kadar kolesterol LDL pada tikus putih diatas nilai normal atau dalam keadaan hiperlidemik, sehingga kemampuan dari efektivitas ekstrak daun kelor dapat diamati lebih jelas. Paparan kadmium dapat menurunkan aktivitas dari enzim lipoprotein lipase (LPL) yang berfungsi pada proses katabolisme trigliserida dan asam lemak bebas, sehingga dapat meningkatkan kadar kolesterol dan trigliserida di darah. Dalam penelitian (Anindya, Muhyi, and Suhartono 2016) menyatakan bahwa paparan kadmium di dalam tubuh dapat meningkatkan resiko terjadinya Penyakit Jantung Koroner melalui peningkatan kolesterol darah dan *Circulating Endothelial Cell* (CEC) sehingga memicu terjadinya aterosklerosis.

Dalam pembuatan ekstrak daun kelor pelarut yang digunakan yaitu CMC-Na 0,5% sebagai penstabil dan bahan pengikat terhadap ekstrak yang digunakan. Hal ini sesuai dengan penelitian (Sawiji et al. 2020) bahwa penggunaan

CMC-Na sebagai *gelling agent* yang memiliki stabilitas dan bersifat anionik serta dapat meningkatkan kepekatan pada sediaan gel.

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 5.1 kadar kadmium pada tikus putih yang diinduksi kadmium klorida  $\text{CdCl}_2$  3 mg/kgBB dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar kadmium secara klinis pada setiap kelompok. Rerata kelompok kontrol negatif yaitu 0,06725  $\mu\text{g/dL}$  merupakan interpretasi dari nilai normal kadar kadmium pada tikus putih. Rerata kelompok Plasebo dengan perlakuan pemberian CMC-Na 0,5% dalam 2 mL/Hari adalah 0,068  $\mu\text{g/dL}$ . Rerata kadar kadmium pada Kelompok Kontrol Positif (KP) sebesar 0,10275  $\mu\text{g/dL}$  yang memiliki nilai tertinggi dibandingkan kelompok lainnya, hal ini dikarenakan pada kelompok kontrol positif perlakuan yang diberikan yaitu induksi kadmium klorida 3mg/kgBB selama 10 hari dengan metode sonde oral. Pada Kelompok Plasebo (PL) dan Kelompok Kontrol Negatif memiliki nilai rerata kadar kadmium yang tidak jauh berbeda karena pada kelompok tersebut tidak diberi perlakuan induksi Kadmium Klorida. Hal ini sesuai dengan penelitian (Prabawati et al. 2013) menyatakan bahwa nilai kadar kadmium pada kontrol positif yang diinduksi kadmium klorida ( $\text{CdCl}_2$ ) dengan dosis 3,15 mg selama 14 hari dapat meningkatkan kadar kadmium sebesar 56,884 ppm dibandingkan dengan kelompok normal yang hanya diberi aquades dengan nilai kadar kadmium sebesar 1,559 ppm. Kadmium klorida merupakan senyawa dari garam kadmium yang larut dalam air, dan merupakan campuran hidrat dengan tingkat kemurnian 95% hingga 99% yang termasuk dalam agen karsinogenik pada hewan (Ashar 2015). Kadmium menginduksi peroksida lipid dengan merangsang produksi anion superoksida dan menghambat antioksidan seperti Glutathionin Peroksida dan Superoksida Dismutase sehingga menyebabkan

akumulasi radikal bebas dalam tubuh, yang menyebabkan gangguan metabolisme lipid termasuk kolesterol LDL dalam darah pada tubuh (Suhartono, Triawanti, and Leksono 2015).

Berdasarkan hasil penelitian pada kadar kolesterol LDL pada kelompok Plasebo (PL) memiliki kadar sebesar 19 mg/dL. Pada kelompok Kontrol Negatif (N) memiliki nilai sebesar 18,5 mg/dL, pada kedua kelompok ini tidak bisa dibandingkan dengan kelompok perlakuan karena perlakuan yang diberikan berbeda, pada kelompok Plasebo perlakuan yang diberikan yaitu CMC-Na 0,5% dalam 2 mL/Hari dan kelompok perlakuan diberi perlakuan kadmium klorida 3 mg/kgBB dan Ekstrak daun kelor dengan dosis 400 mg/kgBB, 500 mg/kgBB dan 600 mg/kgBB. Pada kelompok kontrol positif (KP) yang diinduksi kadmium klorida 3 mg/kgBB memiliki nilai yaitu sebesar 17,25 mg/dL, dimana nilai tersebut lebih rendah dibandingkan kelompok plasebo dan kelompok kontrol negatif. Hal tersebut dikarenakan adanya tingkat konsumsi pada kelompok plasebo dan kontrol negatif yang tinggi, dibandingkan kelompok kontrol positif. Jenis pakan yang dikonsumsi merupakan pakan pur ayam 511 yang memiliki kandungan nutrisi protein kasar 21-23%, lemak 5-10% dan serat kasar 3-5%, protein dalam pakan termasuk dalam protein hewani, semakin tinggi tingkat konsumsi protein hewani maka dapat meningkatkan kolesterol LDL, sehingga dapat menyebabkan terjadinya aterosklerosis (Suryana and Olivia 2016). Protein dan lemak yang terdapat dalam pakan akan diuraikan menjadi energi, asam lemak bebas, kolesterol, trigliserida dan fosfolipid dalam usus dan akan masuk ke dalam darah dan akan menuju hati. Pada saat di hati, kolesterol akan diangkut oleh lipoprotein LDL dan disebarkan ke sel tubuh yang membutuhkan. LDL mengandung ester kolesterol dengan konsentrasi

yang tinggi dan bersifat aterogenik. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Priastiti and Puruhita 2013) menyatakan bahwa semakin tinggi asupan makanan berupa protein dan lemak yang dijadikan energi maka semakin tinggi nilai kadar kolesterol LDL di dalam darah.

Tanaman kelor merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki kandungan protein yang tinggi, selain itu kandungan senyawa yang dimiliki kelor kaya akan nutrisi antara lain asam amino, vitamin, kalium dan antioksidan (Alegbeleye 2018). Daun kelor (*Moringa oleifera*) yang diperoleh dari daerah Wonokusumo Tengah, Kecamatan Semampir, Kota Surabaya, dimana daun yang diambil berupa campuran dari daun kelor muda dan tua. Setelah proses pengambilan daun kelor dilanjutkan dengan proses pemisahan antara daun kelor dengan batangnya, kemudian dicuci menggunakan air mengalir dilanjutkan dengan proses pengeringan daun kelor sehingga menjadi simplisia berupa serbuk. Daun kelor dikeringkan dengan proses diangin-anginkan dibawah tempat teduh dengan kisaran suhu ruang ( $25^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ ). Setelah kering dihaluskan menggunakan *choopper blender* kemudian diayak hingga menjadi serbuk. Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi yang memiliki kelebihan yaitu mudah dan sederhana, selain itu tidak memerlukan proses pemanasan sehingga senyawa flavonoid tidak rusak dan bersifat termolabil (Susanty and Bachmid 2016). Proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% perbandingan 1:10 karena termasuk dalam pelarut yang tidak toksik, memiliki absorbansi yang baik sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Tunas, Edy, and Siampa 2019).

Pembuatan ekstrak daun kelor dengan dosis 400 mg/kgBB, 500 mg/kgBB dan 600 mg/kgBB disesuaikan dengan berat badan tiap tikus dan dihitung rata-rata

berat badan tiap kelompok tikus putih sebelum diberikan perlakuan. Hal ini sesuai dengan penelitian (Nangoy, De Queljoe, and Yudistira 2019) yang menyatakan bahwa semua tikus sebelum diberikan pengujian ditimbang terlebih dahulu dan ditentukan rata-rata pada tiap kelompok untuk menentukan dosis ekstrak daun seswanua (*Clerodendron squamatum Vahl*).

Berdasarkan hasil penelitian kadar kadmium pada tikus putih yang diinduksi kadmium klorida 3 mg/kgBB dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar kadmium secara klinis pada setiap kelompok. Pada Kelompok Perlakuan 1 (P1) rerata kadar kadmium sebesar 0,605 µg/dL, Kelompok Perlakuan 2 (P2) rerata kadar kadmium sebesar 0,075 µg/dL dan Kelompok Perlakuan 3 (P3) memiliki nilai rerata kadar kadmium sebesar 0,8125 µg/dL, dimana terdapat penurunan jika dibandingkan dengan kelompok Kontrol Positif sebesar 0,10275 µg/dL namun, tidak signifikan. Rerata penurunan kadar kadmium dalam darah pada Kelompok Perlakuan 1 memiliki nilai selisih yang sedikit dengan kelompok Plasebo dan Kontrol Negatif. Penurunan yang tidak signifikan menandakan bahwa pemberian ekstrak daun kelor masih kurang sehingga penurunan kadar kadmium belum maksimal, dimana penurunan kadar kadmium paling tinggi pada kelompok perlakuan dosis 400 mg/kgBB.

Terjadinya peningkatan kadar kadmium pada kelompok perlakuan yang diberi ekstrak daun kelor dengan dosis 400 mg/kgBB, 500 mg/kgBB dan 600 mg/kgBB dapat terjadi karena faktor pada waktu perlakuan yang diberikan selama 10 hari dimana metabolisme kadmium dalam darah belum maksimal. Hal ini sesuai dengan penelitian (Tinkov et al. 2018) yang menunjukkan bahwa induksi kadmium klorida 15 ppm yang diberikan selama 30 hari dapat

meningkatkan kadar kadmium dalam darah secara signifikan. Waktu paruh kadmium panjang yaitu 30 tahun disebabkan karena akumulasi kadmium dalam tubuh memiliki jangka waktu yang lama. Kadmium dalam darah dapat mengendap 75 sampai 128 hari sekitar 3 sampai 4 bulan. Kadmium akan ditransportasikan ke dalam darah yang kemudian berikatan dengan sel darah merah dan protein dengan berat mol yang tinggi dalam plasma, khususnya yaitu albumin (Rosita & Andriyati, 2019).

Pada Tabel 5.2 menunjukkan hasil rata-rata kadar kolesterol LDL yaitu Kelompok Kontrol Positif memiliki rerata sebesar 17,25 mg/dL, Sedangkan pada kelompok Perlakuan 1 dengan dosis ekstrak 400 mg/kgBB memiliki rerata sebesar 18,25 mg/dL dan kelompok Perlakuan 2 dengan dosis 500 mg/kgBB memiliki rerata sebesar 18,5 mg/dL. Hal ini menunjukkan peningkatan antara Kelompok Kontrol Positif dengan Kelompok Perlakuan 1 dan Perlakuan 2. Peningkatan ini dapat terjadi karena tingkat stres yang tinggi pada kelompok perlakuan yaitu hewan coba mengalami penyondean 2 kali sehari dibandingkan kelompok kontrol positif yang hanya 1 kali. Hal ini sesuai dengan penelitian (Andari and Rahayuni 2014) menyatakan bahwa perlakuan pemberian sonde yang terlalu banyak dapat meningkatkan stress pada hewan coba dan berpengaruh terhadap kolesterol LDL, sehingga menyebabkan peningkatan kolesterol darah yang tinggi dibandingkan dengan tingkat stres yang normal dan terkendali. Pada saat tikus stres, kelenjar adrenal akan mengeluarkan hormon kortisol dan epinefrin yang disekresikan sebagai respon. Hormon epinefrin yang meningkat, menyebabkan peningkatan terhadap sekresi VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) dan LDL (*Low Density Lipoprotein*) sehingga menyebabkan hiperkolesterolemia

(Saputra and Margawati 2015). Selain faktor penyondean, stres pada tikus dapat diakibatkan karena pengandangan, pemeliharaan, pemegangan, pengukuran berat badan dan pembersihan kandang (Andari and Rahayuni 2014).

Berdasarkan hasil penelitian Kelompok Perlakuan 3 dengan dosis ekstrak daun kelor 600 mg/kgBB memiliki nilai kadar Kolesterol LDL paling rendah dibandingkan dengan semua kelompok. Dapat dilihat pada tabel 5.2 nilai rata-rata kadar kolesterol LDL pada kelompok Perlakuan 3 yaitu 12 mg/dL. Penurunan kadar kolesterol LDL ini menandakan bahwa pemberian ekstrak daun kelor 600 mg/kgBB telah mampu dalam menurunkan kolesterol LDL setelah diinduksi kadmium klorida. Hal ini sesuai dengan penelitian (Lacorte et al. 2022) menyatakan bahwa ekstrak daun kelor 300 mg/kgBB selama 90 hari dapat menurunkan kolesterol LDL secara signifikan. Ekstrak daun kelor memiliki kandungan antioksidan seperti Vitamin C, polyphenol, Flavonoid dan karoten. Vitamin C merupakan antioksidan paling tinggi yang berperan sebagai inhibitor dalam menghambat oksidasi reaksi radikal bebas reaktif sehingga relatif stabil. Vitamin C dan Vitamin E dapat menghentikan suatu reaksi berantai radikal bebas, Vitamin E akan menangkap radikal bebas dan mengubah menjadi radikal Vitamin E, kemudian Vitamin E akan bergabung dengan Vitamin C untuk menghambat proses reaksi oksidatif dan mengikat Vitamin E ketika radikal bebas berantai rusak. Vitamin E yang terikat kemudian diubah menjadi Vitamin E bebas dan memulihkan fungsinya sebagai antioksidan (Tugiyanti, Zuprizal, and Rusman 2016). Beta-karoten pada ekstrak daun kelor sebagai pelindung membran lipid dari peroksidase dan menghentikan berantai radikal bebas, kandungan beta sitoserol menurunkan kadar kolesterol dengan cara menurunkan konsentrasi LDL dalam plasma dan menghambat

rearbsorpsi kolesterol dari sumber endogen. Kandungan flavonoids dan polyphenol berperan dalam meningkatkan superoxide dismutase dan katalase sehingga kadar lipid peroksidase dan kolesterol terjadi penurunan (Tjong, Assa, and Purwanto 2021).

Hasil dari uji normalitas bahwa hasil penelitian berdistribusi normal dengan nilai  $p \text{ value} > 0,005$  pada kadar kadmium dan kolesterol LDL, kemudian untuk uji homogenitas didapatkan nilai signifikan  $p 0,137 > 005$  pada kadar kadmium dan kadar kolesterol LDL  $0,693 > 0,05$  menandakan bahwa data homogen. Pada uji One-way ANOVA didapatkan hasil nilai signifikan kadar kadmium  $p 0,749 < 0,05$  dan kadar kolesterol  $p 0,292 < 0,05$  yang artinya kedua data tidak terdapat perbedaan secara signifikan. Hal tersebut dikarenakan adanya faktor waktu perlakuan yang dilakukan selama 10 hari dimana metabolisme antara kadmium dan kolesterol LDL belum maksimal. Ekstrak daun kelor dapat menurunkan kolesterol LDL secara signifikan dengan perlakuan lama waktu selama 14 hari karena komponen steroid yang bertindak sebagai inhibitor dapat bekerja dan menghambat adiposit sehingga dapat menurunkan kolesterol LDL (Lacorte et al. 2022).

Pemanfaatan daun kelor (*Moringa oleifera*) segar untuk kehidupan manusia berdasarkan hasil penelitian dosis 600 mg/kgBB mampu dalam menurunkan kolesterol LDL pada tikus putih yang diinduksi kadmium dibandingkan dengan dosis 400 mg/kgBB dan 500 mg/kgBB. Pada pembuatan ekstrak daun kelor menggunakan 500 gram daun segar yang kemudian dimaserasi dan dievaporasi sehingga menghasilkan 50,504 gram ekstrak kental. Pada perlakuan ekstrak daun kelor (*moringa oleifera*) dosis 600 mg/kgBB ekstrak daun kelor yang ditimbang untuk 7 hari dengan jumlah tikus putih (*Rattus norvegicus*) 4 ekor yaitu 2,961 gram



ekstrak kental. Sehingga, didapatkan ekstrak daun kelor pada satu ekor tikus yaitu 0,10575 gram/hari. Apabila, diimplementasikan menggunakan dosis daun kelor segar maka ekstrak daun kelor yang ditimbang yaitu 1,1879 gram/200 gram/tikus. Pemanfaatan daun kelor segar 600 gram pada manusia dikonversikan dengan rata-rata berat badan manusia yaitu 70 kg maka daun kelor (*Moringa oleifera*) segar yang dibutuhkan yaitu 66,522 gram tiap manusia/hari.

Dari pembahasan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor dengan dosis 600 mg/kgBB telah mampu menurunkan kolesterol LDL pada tikus putih yang diinduksi kadmium namun tidak signifikan pada setiap kelompok, dimana daun kelor (*Moringa oleifera*) berperan sebagai antioksidan dalam mencegah terjadinya stress oksidatif, yang memiliki sifat oksidatif sehingga radikal bebas akan mengoksidasi antioksidan dan melindungi molekul lain dari kerusakan oksidasi oleh radikal bebas serta dapat menurunkan Lipid Peroxide (LPO) (Kusmardika 2020).