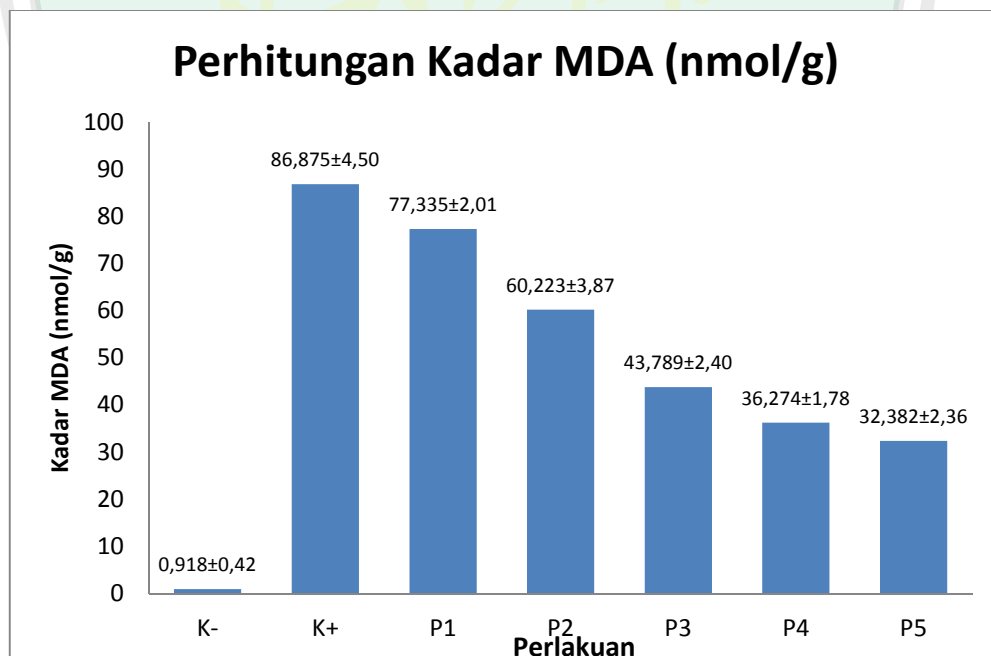


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) Terhadap Kadar MDA Pada Hepar Mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh Timbal (Pb) asetat

Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap kadar MDA (*Malondialdehyde*) hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Hasil yang diperoleh dari perhitungan kadar MDA pada mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat kemudian diberi perlakuan berupa ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dengan dosis yang berbeda dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1. Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap kadar *Malondialdehyde* (MDA) hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata kadar MDA rendah, yaitu sebesar $0,918 \pm 0,42$ nmol/g. Sedangkan pada hepar mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat menunjukkan jumlah rata-rata kadar MDA yang meningkat dari perlakuan satu ke perlakuan yang lain. Akan tetapi jumlah rata-rata kadar MDA yang tinggi tersebut dapat diturunkan oleh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk).

Rerata kadar MDA yang diperoleh dari hasil penelitian (Gambar 4.1), selanjutnya diuji dengan uji normalitas dan uji homogenitas dan diperoleh nilai signifikansi lebih besar dari 0,01. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji analisis variansi (ANOVA) dengan taraf signifikansi 1%. Tabel 4.1 berikut ini adalah ringkasan hasil uji anova mengenai pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap kadar *Malondialdehyde* (MDA) hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat.

Tabel 4.1. Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap kadar *Malondialdehyde* (MDA) hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat

SK	db	JK	KT	F _{HIT}	Sig 1%
Perlakuan	5	12610,756	2522,151	281,753**	0.000
Galat	24	214,839	8,952		
Total	29	12825,595			

** : sangat nyata

Berdasarkan tabel 4.1 mengenai ringkasan anova pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap kadar *Malondialdehyde* (MDA) hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat, dapat diketahui bahwa signifikansi pada α 1% yang didapatkan adalah kurang dari 0,01 ($0,000 < 0,01$). Dengan demikian H₀ ditolak dan H₁ diterima. Jadi

dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) sangat berpengaruh terhadap kadar MDA hepar mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada tiap perlakuan, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil uji BNJ 1% disajikan pada tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.2. Hasil Uji BNJ 1% tentang pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap kadar *Malondialdehyde* (MDA) hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat

Perlakuan	Rerata $\pm$ SD (nmol/g)	Notasi
K+	86,875 $\pm$ 4,50	a
P1	77,335 $\pm$ 2,01	a
P2	60,223 $\pm$ 3,87	b
P3	43,789 $\pm$ 2,40	c
P4	36,274 $\pm$ 1,78	c
P5	32,382 $\pm$ 2,36	c

Keterangan

- K+ : Kelompok hewan coba yang mendapatkan pemberian timbal asetat 0,3 mg/ gr BB saja.
- P1 : Kelompok hewan coba yang mendapatkan pemberian timbal asetat 0,3 mg/ gr BB dan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) dosis 0,1 mg/gr BB.
- P2 : Kelompok hewan coba yang mendapatkan pemberian timbal asetat 0,3 mg/ gr BB dan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) dosis 0,2 mg/gr BB.
- P3 : Kelompok hewan coba yang mendapatkan pemberian timbal asetat 0,3 mg/ gr BB dan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) dosis 0,3 mg/gr BB.
- P4 : Kelompok hewan coba yang mendapatkan pemberian timbal asetat 0,3 mg/ gr BB dan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) dosis 0,4 mg/gr BB.
- P5 : Kelompok hewan coba yang mendapatkan pemberian timbal asetat 0,3 mg/ gr BB dan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) dosis 0,5 mg/gr BB.

Hasil uji BNJ (Tabel 4.3) mengenai pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap kadar *Malondialdehyde* (MDA) hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat menunjukkan bahwa perlakuan K⁺ (hanya timbal asetat) tidak berbeda pengaruhnya dengan P1 (timbal asetat+dosis 0,1 mg/gr BB), akan tetapi berbeda dengan yang lainnya yaitu P2 (timbal asetat+dosis 0,2 mg/gr BB), P3 (timbal asetat+dosis 0,3 mg/gr BB), P4 (timbal asetat+dosis 0,4 mg/gr BB), dan P5 (timbal asetat+dosis 0,5 mg/gr BB). Perlakuan P1 tidak berbeda pengaruhnya dengan perlakuan K⁺, akan tetapi berbeda dengan yang lainnya yaitu perlakuan P2, P3, P4, dan P5. Sedangkan pada perlakuan P2 berbeda pengaruhnya dengan semua perlakuan (K⁺, P1, P3, P4, dan P5). Pada perlakuan P3 tidak memberikan pengaruh yang berbeda dengan P4 dan P5, tetapi memberikan pengaruh yang berbeda dengan K⁺, P1, dan P2.

Dari data hasil uji BNJ yang ditandai dengan notasi yang berbeda-beda antar perlakuan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) direspon oleh hepar mencit. Respon tersebut berupa penurunan kadar MDA yang dihasilkan mulai dari P1, P2, P3, P4, dan P5. Namun demikian, P5 menunjukkan penurunan kadar MDA yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lain (P1, P2, P3, dan P4), sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) yang paling berpengaruh adalah kelompok P5 (dosis 0,5 mg/gr BB).

Kadar MDA yang dihasilkan dari berbagai perlakuan yang ada menunjukkan adanya aktivitas radikal bebas yang diakibatkan oleh timbal (Pb) asetat. Ini disebabkan karena MDA adalah salah satu produk dari peroksidasi lipid

yang dihasilkan dari terputusnya rantai karbon asam lemak (Hancock, 1999; Wresdiyati *et al*, 2002). Oleh karena itu ketika ada kehadiran MDA maka artinya terdapat aktivitas radikal bebas, sehingga ketika radikal bebas yang ada tinggi maka kadar MDA yang ada juga akan tinggi. Radikal bebas yang tinggi akan dinetralkan menjadi produk yang lebih stabil oleh antioksidan. Setiawan (2012), mengemukakan bahwa antioksidan dapat didefinisikan sebagai senyawa yang dapat memberikan elektron kepada radikal bebas yang terbentuk. Antioksidan dapat terjadi pada enzim yang mengubah senyawa radikal bebas menjadi senyawa yang stabil. Pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) sebagai antioksidan ternyata dapat berpengaruh terhadap penurunan kadar MDA yang tinggi akibat tingginya jumlah radikal bebas. Antioksidan yang cukup sangat diperlukan untuk mengurangi kerusakan akibat radikal bebas. Daun kelor mengandung senyawa antioksidan yang berpotensi untuk mengikat radikal bebas yang berlebihan. Beberapa senyawa tersebut diantaranya vitamin C, vitamin E dan β -karoten. Menurut Halliwell dan Gutteridge (2000), senyawa antioksidan memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali fungsinya dan dapat memutus reaksi berantai.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) berpengaruh terhadap penurunan kadar MDA hepar mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat. Kemampuan daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) sebagai tanaman yang berpotensi sebagai sumber antioksidan untuk mengatasi radikal bebas secara umum telah disebutkan dalam al-Quran surat Asy Syuaraa' (26) ayat 7-8,

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Artinya: Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. dan kebanyakan mereka tidak beriman. (QS. Asy Syu'araa': 7-8).

Ayat di atas memang tidak menyebutkan manfaat daun kelor secara langsung, akan tetapi menyampaikan terkait tanaman yang berbeda-beda namun dapat diambil manfaatnya. Basith (2004) mengemukakan bahwa perbedaan tersebut karena masing-masing tanaman mempunyai zat aktif yang berbeda, baik dalam jumlah maupun macamnya. Dalam hal ini, salah satu tanaman tersebut adalah daun kelor yang memiliki manfaat karena mengandung zat aktif yang berperan sebagai antioksidan. Daun kelor mengandung senyawa antioksidan beberapa diantaranya yaitu vitamin C, vitamin E dan β -karoten. Allah SWT telah menciptakan segala sesuatunya sesuai dengan ukuran kadarnya, sebagaimana disebutkan di dalam al-Quran surat al A'laa (87:1-3):

سَبِّحْ اسْمَ رَبِّكَ الْأَعْلَى ﴿١﴾ الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّى ﴿٢﴾ وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَى ﴿٣﴾

Artinya: Sucikanlah nama Tuhanmu yang Maha Tinggi, Yang Menciptakan, dan menyempurnakan (penciptaan-Nya), Dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk.

Berdasarkan ayat tersebut dapat diketahui bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatunya dengan kadar dan ukuran yang berbeda sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Kadar suatu unsur yang terkandung pada suatu benda di alam telah sesuai dengan kapasitas dan kebutuhannya. Apabila kelebihan atau kekurangan salah satu unsur yang ada, maka akan menyebabkan terganggunya

sistem yang ada. Salah satunya adalah sistem *homeostatis* dalam tubuh, yaitu antara antioksidan dan radikal bebas dalam tubuh. Jumlah radikal bebas yang tinggi akibat pemaparan timbal (Pb) asetat menyebabkan tingginya kadar MDA dalam tubuh. Timbal (Pb) merupakan radikal bebas yang berbahaya dan bersifat toksik. Hidayat *et al* (2013) mengatakan tingginya kadar timbal dalam darah akan mengakibatkan tingkat kerusakan sel hepar semakin tinggi pula karena timbal yang diedarkan oleh darah akan berikatan dengan lipid dari membran sel hati membentuk peroksidasi lipid dan menginduksi pembentukan radikal bebas.

Daun kelor mengandung beberapa senyawa antioksidan yaitu vitamin C, vitamin E, dan β -karoten. Kurniasih dan Wijaya (2002) melaporkan bahwa vitamin C berfungsi sebagai antioksidan dengan cara menghambat pembentukan radikal bebas. Selain itu juga mencegah kerusakan membran yang disebabkan peroksidasi lipid dan mencegah reaksi berantai oleh radikal bebas. Menurut Setijowati (1998), vitamin E merupakan antioksidan yang aktif dalam mencegah peroksidasi lipid dengan menangkap peroksil lipid. Vitamin E akan mentransfer atom hidrogen (dengan e^- tunggalnya). Jadi, vitamin E menghilangkan radikal peroksil lebih cepat daripada reaksi radikal bebas dengan protein membran atau dengan rantai sampai asam lemak tak jenuh ganda. Menurut Kurniasih dan Wijaya (2002), β -karoten (vitamin A) merupakan antioksidan yang dapat larut dalam lemak yang dapat melindungi membran sel terhadap stress oksidatif. Winarti (2010) menambahkan senyawa vitamin A (β -karoten) mampu berperan untuk menghentikan reaksi berantai dari radikal bebas. Vitamin A (β -karoten) dapat menangkap O_2 karena adanya 9 ikatan rangkap pada rantai karbonnya.

4.2 Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) Terhadap Histopatologi Hepar Mencit (*Mus musculus*) Balb/C Jantan yang dipapar oleh Timbal (Pb) asetat

Hepar adalah organ yang bertanggung jawab dalam pertahanan tubuh terhadap serangan bakteri dan zat toksik. Hepar juga merupakan organ tubuh yang paling sering menerima gangguan dari faktor luar. Hal ini karena hepar merupakan pintu gerbang semua bahan yang masuk ke dalam tubuh melalui saluran cerna (Hariyatmi, 2004). Oleh karena itu, kondisi hepar dapat dijadikan indikator terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh zat toksik yang masuk ke dalam tubuh termasuk diantaranya adalah adanya penginduksi agen radikal bebas.

Indriyanti (2005) mengemukakan bahwa kerusakan hepar oleh radikal bebas dikarenakan tidak terjadinya keseimbangan antara oksidan dan antioksidan sehingga terdapat elektron yang tidak berpasangan yang sangat reaktif dan dapat bereaksi cepat dengan DNA, protein, dan lipid yang kemudian dapat menyebabkan terjadinya stress oksidatif. Allah SWT menciptakan segala sesuatunya yaitu dengan keadaan yang seimbang, namun apabila keseimbangan itu terganggu maka akan terjadi kekacauan. Hal tersebut sesuai dengan al-Qur'an surat al Infithaar (82) ayat 7-8:

الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ﴿٧﴾ فِي أَيِّ صُورَةٍ مَّا شَاءَ رَكَّبَكَ ﴿٨﴾

Artinya: Yang Telah menciptakan kamu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang, Dalam bentuk apa saja yang dia kehendaki, dia menyusun tubuhmu.

Berdasarkan ayat di atas, Allah SWT telah menyampaikan pada kita bahwa sistem di dalam tubuh kita ada dalam keadaan seimbang termasuk juga terkait keberadaan radikal bebas dengan antioksidan. Menurut Campbell (2004), jika keseimbangan (*homeostatis*) tubuh terganggu, maka tubuh akan sakit. Kita

sebagai manusia hendaknya menjaga keseimbangan tersebut agar tubuh selalu dalam keadaan sehat. Stres oksidatif merupakan salah satu bentuk ketidakseimbangan yang terjadi di dalam tubuh. Ketidakseimbangan tersebut menyangkut kelebihan produksi radikal bebas dan kekurangan antioksidan. Ini akan berakibat pada kerusakan sel, kondisi patologis dan kematian sel. Tabel 4.3 di bawah ini menunjukkan persentase kerusakan (%) sel hepar mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat dan diberi ekstrak etanol daun kelor:

Tabel 4.3 Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap gambaran histopatologi hepar mencit (*Mus musculus*) Balb/C jantan yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat

Perlakuan	Nekrosis (%)	Pelebaran Sinusoid (%)	Kerusakan Vena sentralis (%)
K-	0	0	0
K+	80	57,6	56
P1	72	47,2	46,4
P2	52	38,4	45,6
P3	24	12	3,2
P4	12	2,4	0,8
P5	3,2	1,6	0

Berdasarkan tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa setelah pemberian ekstrak etanol daun kelor, hepar mencit yang dipapar timbal (Pb) asetat mengalami perbaikan. Respon hepar terhadap ekstrak etanol daun kelor yang diberikan digambarkan dengan persentase yang berbeda mulai dari persentase nekrosis, persentase pelebaran sinusoid, dan persentase kerusakan vena sentralis. Pada perlakuan K+ mengalami peningkatan persentase kerusakan yang disebabkan oleh pemberian timbal (Pb) asetat. Ini berarti pemberian timbal asetat telah mampu menginduksi radikal bebas dalam tubuh yang mengakibatkan terjadinya kerusakan sel hepar. Kerusakan tersebut disebabkan karena timbal sebagai penginduksi radikal bebas berikatan dengan lipid pada membran sel

sehingga terjadi peroksidasi lipid pada membran yang dapat menghasilkan reaksi berantai (Arief, 2006). Setelah dilakukan pemberian ekstrak etanol daun kelor dengan dosis bertingkat maka terjadi penurunan persentase kerusakan pada sel hepar. Selanjutnya, untuk menunjukkan adanya pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor dilakukan uji anova dengan taraf signifikansi 1%. Tabel 4.4 berikut ini adalah ringkasan hasil uji anova mengenai pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap gambaran histopatologi hepar mencit (*Mus musculus*) Balb/C jantan yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat dan diberi ekstrak etanol daun kelor:

Tabel 4.4 Ringkasan Anova Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap gambaran histopatologi hepar mencit (*Mus musculus*) Balb/C jantan yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat

Parameter	F _{Hit}	Sig 1%
Nekrosis	98,651**	0,000
Pelebaran Sinusoid	55,339**	0,000
Kerusakan Vena Sentral	62,911**	0,000

** : sangat nyata

Dari tabel 4.4 mengenai pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap gambaran histopatologi hepar mencit (*Mus musculus*) Balb/C jantan yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat, dapat diketahui bahwa signifikansi pada α 1% yang didapatkan adalah kurang dari 0,01 ($0,000 < 0,01$). Dengan demikian maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Jadi dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun kelor sangat berpengaruh terhadap gambaran histopatologi hepar mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada tiap perlakuan, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur 1% (BNJ 1%) pada persentase kerusakan nekrosis dan pelebaran sinusoid. Sedangkan pada

kerusakan vena sentral menggunakan uji Duncan 1%. Hasil uji lanjut pada gambaran histopatologi disajikan pada tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji lanjut tentang pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap gambaran histopatologi hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat

Perlakuan	Rerata dan Notasi pada Parameter		
	Nekrosis (BNJ 1%)	Pelebaran Sinusoid (BNJ 1%)	Kerusakan Vena Sentralis (Duncan 1%)
K+	57,6a	56a	70,4a
P1	47,2a	46,4a	67,2a
P2	38,4b	12,8b	52b
P3	12c	3,2c	12c
P4	2,4c	0,8c	11,2c
P5	1,6c	0c	3,2c

Berdasarkan hasil uji lanjut (tabel 4.5) mengenai pengaruh pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap gambaran histopatologi hepar mencit (*Mus musculus*) yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat menunjukkan bahwa perlakuan K+ tidak berbeda pengaruhnya dengan P1, akan tetapi berbeda dengan yang lainnya yaitu P2, P3, P4, dan P5. Perlakuan P1 tidak berbeda pengaruhnya dengan perlakuan K+, akan tetapi berbeda dengan yang lainnya yaitu perlakuan P2, P3, P4, dan P5. Sedangkan pada perlakuan P2 berbeda pengaruhnya dengan semua perlakuan (K+, P1, P3, P4, dan P5). Ini artinya pemberian ekstrak etanol daun kelor sudah bisa dilihat pengaruhnya pada P2 yang sebelumnya belum terlihat pada P1. Pada perlakuan P3 tidak memberikan pengaruh yang berbeda dengan P4 dan P5, tetapi memberikan pengaruh yang berbeda dengan K+, P1, dan P2. Perbedaan pengaruh tersebut terjadi pada ketiga parameter yang menggambarkan histopatologi hepar mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat.

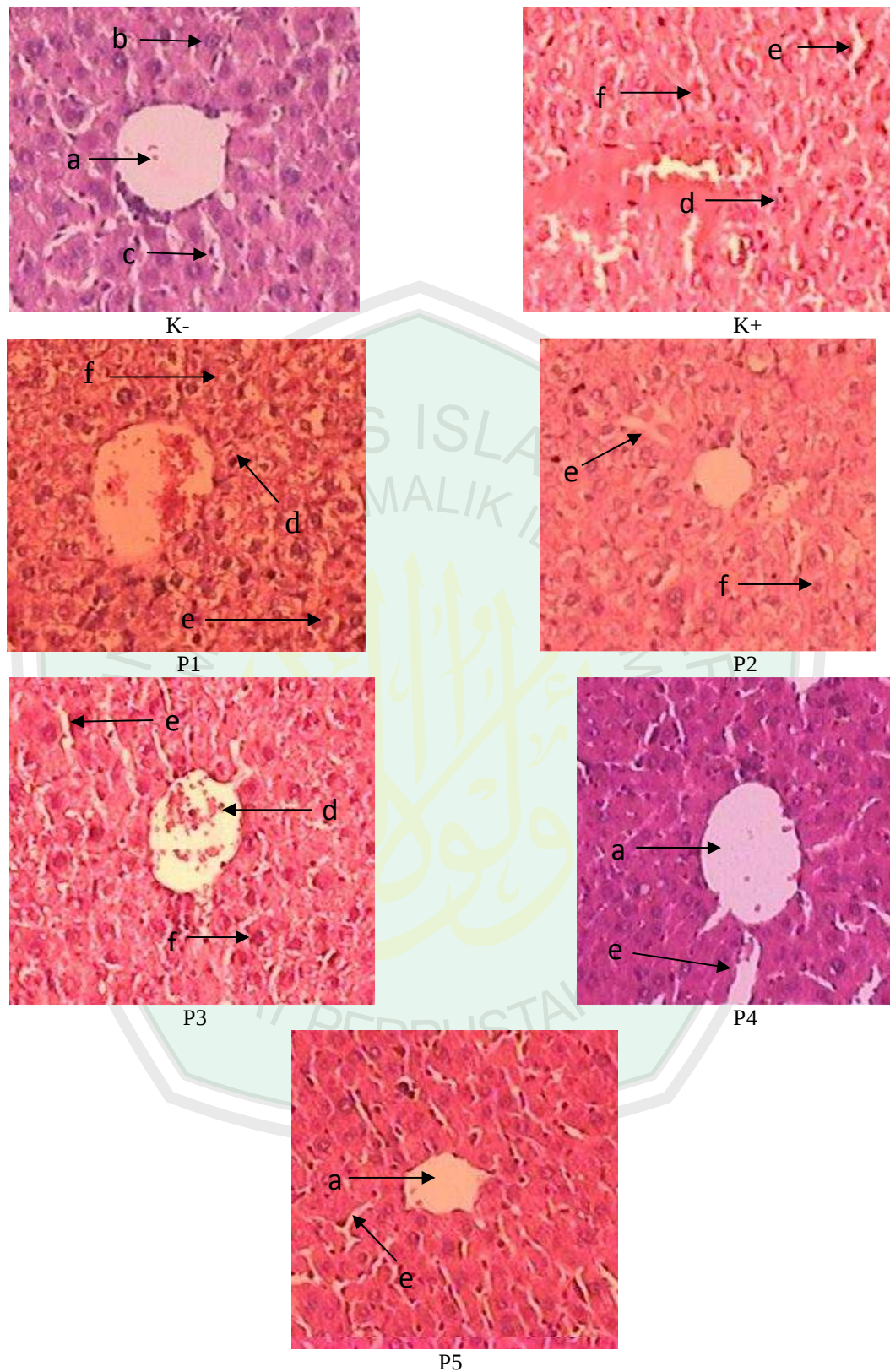
Dari data hasil uji lanjut yang ditandai dengan notasi yang berbeda-beda antar perlakuan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun kelor

(*Moringa oleifera* Lamk.) direspon berbeda-beda oleh hepar mencit. Respon tersebut berupa penurunan persentase kerusakan sel hepar yang dihasilkan mulai dari P1, P2, P3, P4, dan P5. Namun demikian, P5 menunjukkan penurunan persentase kerusakan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lain (P1, P2, P3, dan P4), sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk) yang paling berpengaruh adalah kelompok P5 (dosis 0,5 mg/gr BB). Respon hepar yang berbeda-beda terhadap pemberian ekstrak etanol daun kelor disebabkan tingginya kadar timbal (Pb) asetat yang diberikan dan ekstrak etanol daun kelor dengan dosis yang berbeda-beda. Pemberian timbal (Pb) asetat menurut Gajawat *et al* (2006) mampu menginduksi radikal bebas pada mencit yang digunakan. Sedangkan kandungan daun kelor mampu mereda radikal bebas yang diakibatkan oleh timbal (Pb) asetat. Bentuk dari pemberian ekstrak etanol daun kelor ditunjukkan oleh penurunan kerusakan sel hepar (nekrosis, pelebaran sinusoid, dan kerusakan vena sentralis) sebagaimana dijelaskan di atas. Kumar *et al* (2008) mengemukakan perubahan nukleus pada sel yang nekrotik meliputi piknosis (nukleus kecil serta padat), karioreksis (nukleus terfragmentasi), dan kariolisis (nukleus yang melarut serta terlihat kabur). Selain nekrosis, kerusakan selanjutnya yang terjadi yaitu pelebaran sinusoid. Sinusoid akan menunjukkan bentuk yang tidak teratur, yang sesuai dengan susunan sel dan jaringan tempatnya berada (Shier, 2004). Pelebaran sinusoid kemungkinan dikarenakan struktur hepatosit yang mengalami perubahan. Nekrosis menyebabkan terjadinya perubahan susunan hepatosit karena hepatosit tidak mampu kembali pada keadaan semula. Hal ini menyebabkan terbentuknya ruang kosong sehingga sinusoid akhirnya melebar agar dapat menjalankan

funksinya sebagai pembuluh pertukaran nutrisi dan zat toksik antara darah ke hepatosit dan sebaliknya.

Price *et al* (1982) mengatakan vena sentralis berperan sebagai tempat sirkulasi yaitu dimana vena sentralis menerima darah dari sinusoid. Vena sentralis akan menampung nutrien dan zat lain hasil metabolisme yang dapat bersifat toksik maupun nontoksik. Jumlah darah yang banyak yang ditampung oleh vena sentralis akan menyebabkan konsentrasi zat yang bersifat toksik jauh lebih besar sehingga hal ini akan memperjelas kerusakan vena sentralis.

Secara umum persentase kerusakan hepar (nekrosis, pelebaran sinusoid, dan kerusakan vena sentralis) ditunjukkan oleh gambaran histopatologi yang dihasilkan sebagai akibat pemberian ekstrak etanol daun kelor. Berikut ini gambaran histopatologi yang dimaksud di atas:



Gambar 4.2 Gambaran Histopatologi Hepar Pada Mencit yang dipapar oleh timbal (Pb) asetat (Perbesaran 100 x ; Pewarnaan Hematoxilin Eosin) a. Vena sentralis.; b. Hepatosit; c.Sinusoid; d. Perdarahan Vena Sentralis; e. Pelebaran Sinusoid; dan f. Nekrosis.

Jumlah antara radikal bebas dan antioksidan di dalam tubuh pada kondisi normal adalah seimbang. Hepar yang berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh memiliki antioksidan yang cukup baik. Akan tetapi apabila hepar mengalami kerusakan karena jumlah bahan toksik atau radikal bebas yang masuk berlebih, maka perlu ditambahkan antioksidan dari luar tubuh. Antioksidan tersebut dapat berasal dari tumbuhan yang memiliki peran sebagai antioksidan.

Antioksidan yang digunakan untuk mengurangi dampak radikal bebas timbal (Pb) pada penelitian ini yaitu berasal dari kandungan senyawa ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). Menurut Tilong (2011), kandungan senyawa daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) yang berperan sebagai antioksidan dan di dalam tubuh yang mampu mengikat radikal bebas yaitu seperti vitamin A, vitamin C, dan vitamin E. Kandungan lain dari kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) adalah beberapa mineral, asam amino esensial, asam glutamat, asam aspartat, alanin, leusin, serta triptopan yang dibutuhkan oleh tubuh. Winarti (2010) menambahkan bahwa daun kelor juga mengandung makro elemen seperti potasium, kalsium, magnesium, sodium, dan fosfor, serta mikro elemen seperti mangan, seng, dan besi.

Hasil penelitian Septina (2002) bahwa, antioksidan vitamin C dapat digunakan untuk menghambat terjadinya peroksidasi lipid. Penghambatan peroksidasi lipid oleh senyawa antioksidan dilakukan dengan cara mendonorkan satu atau lebih radikal hidrogen kepada senyawa radikal bebas, sehingga radikal bebas menjadi lebih stabil. Akibat senyawa radikal bebas yang sudah stabil, maka kerusakan sel hepar dapat dihindari.

Perbaikan sel hepar yang terjadi disebabkan karena adanya antoksidan dari luar tubuh yang mampu menstabilkan hidroperoksida menjadi senyawa nonradikal. Lipid hidroperoksida adalah struktur primer peroksidasi yang bersifat sitotoksik. Melalui pemanasan atau reaksi yang melibatkan logam, lipid hidroperoksida akan dipecah menjadi produk peroksidasi lipid sekunder, yakni radikal alkoksil dan peroksil. Radikal lipid alkoksil dan lipid peroksil kemudian menginisiasi reaksi rantai lipid lainnya (Hayati, 2006). Mekanisme yang paling penting pada reaksi antioksidan dengan radikal bebas biasanya antioksidan bereaksi dengan radikal bebas peroksil atau hidroksil yang terbentuk dari hidroperoksida yang berasal dari lipid. Senyawa antioksidan lain dapat menstabilkan hidroperoksida menjadi senyawa nonradikal. Penguraian hidroperoksida dapat dikatalisis oleh logam berat akibatnya senyawa-senyawa dapat mengkelat logam juga termasuk antioksidan (Indriyanti, 2005).

Allah SWT telah memberikan anugerah kepada kita, yaitu di bumi ini ditumbuhkan berbagai tumbuhan yang baik dan bermanfaat yang seharusnya kita syukuri. Sebagaimana tersebut dalam al-Quran surat asy Syu'araa' (26) ayat 7,



أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?

Ayat di atas menunjukkan agar kita dapat memaksimalkan tanaman-tanaman yang telah diciptakan oleh Allah SWT. Tanaman yang baik tidak hanya mengartikan bahwa tanaman tersebut bagus, namun tanaman tersebut juga memiliki kandungan yang dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Kita sebagai

manusia yang berakal hendaknya dapat menjaga dan memanfaatkan anugerah yang telah diberikan oleh Allah SWT dengan sebaik-baiknya.

