

**EFEK PROTEKTIF KUNYIT (*Curcuma domestica* Val.) TERHADAP
DUODENUM TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) JANTAN YANG DIINDUKSI
MINYAK JELANTAH**

PROTECTIVE EFFECT OF TURMERIC (*Curcuma domestica* Val.) AGAINST
DUODENUM WHITE RAT (*Rattus norvegicus*) MALE INDUCED BY WASTE
COOKING OIL

¹Susanti Ika Aprilia

.....
e-mail: *¹ika.susanti.a@gmail.com

ABSTRAK

Minyak jelantah dapat merusak mukosa duodenum, rimpang kunyit sebagai tumbuhan herbal dapat memproteksi dan meregenerasi mukosa duodenum yang rusak akibat radikal bebas yang disebabkan oleh minyak jelantah. Penelitian ini menggunakan *post test control group design* menggunakan 30 ekor tikus putih dibagi menjadi 5 kelompok dengan perlakuan selama 28 hari. Kelompok kontrol negatif (K-) diberikan akuades 2 ml. Kelompok kontrol positif (K+) diberi minyak jelantah 1,5 ml. Kelompok perlakuan 1 (P1) diberi minyak jelantah 1,5 ml dan pasta ekstrak etanol rimpang kunyit 25 mg. Kelompok perlakuan 2 (P2) diberi minyak jelantah 1,5 ml dan pasta ekstrak etanol rimpang kunyit 50 mg. Kelompok perlakuan 3 (P3) diberi minyak jelantah 1,5 ml dan pasta ekstrak etanol rimpang kunyit 100 mg. Data diuji statistik Non-Parametrik *Kruskal-Wallis*, diperoleh $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Hasil statistik dengan uji *Mann-Whitney* diperoleh adanya perbedaan yang bermakna pada sebagian besar kelompok, kecuali kelompok K+ dengan P1 serta P1 dengan P2. Hasil penelitian menunjukkan adanya efek protektif pemberian rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap duodenum tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan yang diinduksi minyak jelantah.

Kata Kunci: duodenum, rimpang kunyit, minyak jelantah.

ABSTRACT

Waste cooking oil can damage duodenal mucosa, turmeric rhizome as herbal plant can protect and regenerate duodenal mucosa damaged by free radicals caused by waste cooking oil. This study used *post test control group design* using 30 white rats into 5 groups for 28 days. Negative control group (K-) given 2 ml aquadest. Positive control group (K +) given 1.5 ml cooking oil. Treatment group 1 (P1) given 1.5 ml cooking oil and 25 mg turmeric rhizome ethanol extract paste. Treatment group 2 (P2) given 1.5 ml cooking oil and 50 mg turmeric rhizome ethanol extract paste. Treatment group 3 (P3) given 1.5 ml waste cooking oil and 100 mg turmeric rhizome ethanol extract paste. The results from data tested with *Kruskal-Wallis* Non-Parametric statistics, $p = 0,000$ ($p < 0.05$). Statistical results with *Mann-Whitney* test obtained a significant difference in most groups, except groups K + with P1 and P1 with P2. The conclusion in this research there is protective effect of ethanol extract of turmeric (*Curcuma domestica* Val.) Rhizome to histopathological picture of duodenal white rat (*Rattus norvegicus*) male *Spargue Dawley* induced by waste cooking oil.

Keywords: duodenum, turmeric rhizome, waste cooking oil.

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu bahan pangan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat sebagai media penghantar panas, penambah nilai gizi, nutrisi, serta rasa gurih pada makanan. Prediksi konsumsi minyak goreng sawit untuk tahun 2019 sebesar 11,09 liter/kapita/tahun dan 2020 sebesar 11,38 liter/kapita/tahun. Prediksi konsumsi minyak goreng sawit ini mengalami peningkatan sebesar 0,29 liter/kapita/tahun (Sabarella *et al.*, 2018). Proses penggorengan, minyak mengalami reaksi hidrolisis, isomerisasi, polimerisasi, dan oksidasi. Reaksi kimia yang terjadi pada minyak jelantah terjadi setelah digunakan secara berulang pada suhu yang tinggi dan waktu yang berlangsung lama, sehingga akan menghasilkan senyawa polimer yang berbentuk padat (*akrolein*) (Ketaren, 2008).

Menurut Susianti (2014) kualitas minyak goreng ditentukan dari komponen asam lemak penyusunnya, yakni golongan asam lemak jenuh atau tak jenuh. Minyak penggorengan pertama memiliki kandungan lemak tak jenuh lebih tinggi, sementara pada penggorengan selanjutnya minyak goreng memiliki kandungan asam lemak jenuh semakin tinggi. Asam lemak jenuh dapat mempengaruhi proses oksidasi dalam pembentukan radikal bebas.

Meningkatnya indeks peroksida atau radikal bebas dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan di dalam minyak. . Asam lemak akan mengalami degradasi menjadi toksik aldehid. Lipid peroksida salah satu *Reactive Oxygen Species* (ROS) menyebabkan gangguan pada fungsi membran, inaktivasi reseptor enzim pada membran dan merusak permeabilitas ion, sehingga dapat menyebabkan ruptur membran. Oleh

karena itu, lipid peroksida telah terlibat dalam proses patogenesis pada beberapa jenis penyakit (Leong *et al.*, 2015)

Salah satu peranan lipid peroksida dalam proses patogenesis penyakit adalah pada duodenum yang merupakan bagian dari usus halus (Leong *et al.*, 2015). Duodenum berfungsi untuk melanjutkan proses pencernaan makanan yang telah dilakukan organ traktus digestivus sebelumnya. Proses pencernaan dari duodenum adalah proses pencernaan karbohidrat, lemak, dan protein menjadi zat yang lebih sederhana oleh enzim-enzim dari pankreas (Pearce, 2010). Duodenum yang tak berfungsi secara baik dapat menyebabkan terganggunya motilitas saluran cerna sehingga proses penyerapan nutrisi menjadi tidak optimal (Setiati *et al.*, 2014).

Antioksidan dapat menghambat oksidasi molekul dan radikal bebas. Penggunaan antioksidan banyak diteliti saat ini, salah satunya adalah rimpang kunyit (Nurtamin, 2014). Kunyit banyak digunakan sebagai rempah-rempah dan pemberi warna pada makanan dan tekstil. Secara tradisional kunyit digunakan dalam pengobatan berbagai penyakit seperti anoreksia, batuk, diabetes, hepatitis, dan sinusitis (Anggarwal *et al.*, 2005). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kunyit memiliki potensi sebagai anti inflamasi dan antioksidan (Nurtamin, 2014). Pada penelitian yang dilakukan Atmaja (2008) pemberian ekstrak kunyit 3 mg pada lambung mencit memberikan gambaran histologi integrasi epitel mukosa lambung yang lebih kecil daripada kelompok yang diberi parasetamol saja. Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak kunyit memberikan perlindungan terhadap mukosa lambung dengan efek gastroprotektif dan anti ulkus.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Bulan November-Desember 2019. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium menggunakan *experimental post test control group design*. Penelitian menggunakan 25 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* dengan 1 ekor tikus cadangan pada masing-masing kelompok sampel. Tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* yang digunakan berumur 10-16 minggu dengan berat 120-250 gram yang dikelompokkan dengan teknik randomisasi menjadi 5 kelompok.

Populasi yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah Populasi penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* berumur 10-16 minggu. Sampel penelitian sebanyak 25 ekor yang dipilih secara acak. Digunakan 5 kelompok untuk mengetahui bagaimana keadaan normal duodenum, kerusakan duodenum yang diinduksi minyak jelantah, serta efek protektif ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap perubahan gambaran histopatologi duodenum tersebut.

Adapun kriteria inklusi pada penelitian ini yaitu sampel sehat, memiliki BB 120-250 gram, jenis kelamin jantan, umur $\pm$ 10 sampai 16 minggu. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu Terdapat penurunan berat badan lebih dari 10% setelah masa adaptasi di laboratorium dan mati selama masa pemberian perlakuan

Bahan yang digunakan adalah minyak goreng curah kemasan dengan merk yang sama dan sudah digunakan untuk menggoreng 7 tahu yang berukuran 3,5 x 3,5 x 2,5 cm³ dengan lama penggorengan 6 menit dan diulang sebanyak 8x penggorengan dengan tahu yang baru,

ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma Domestica* Val.), akuades, bahan makanan, dan minuman tikus. Bahan yang digunakan untuk pembuatan preparat histopatologi dengan metode paraffin meliputi larutan formalin 10% untuk fiksasi, alkohol teknis, xilol, akuades, pewarna haematoxylin dan eosin, paraffin, kanada balsam.

Persiapan penelitian

Persiapan diawali dengan aklimatisasi tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* sebanyak 25 ekor yang dibagi dalam 5 kelompok selama 1 minggu. Pada penelitian ini pemberian diberikan secara oral sebanyak 2 ml. Pemberian aquades yaitu sebesar 1% dari berat badan

Dosis minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan hasil penelitian sebelumnya mengenai pemberian minyak jelantah kepada tikus putih dengan dosis secara oral 1,5 ml selama 28 hari masa percobaan.

Persiapan bahan baku rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) segar dicuci menggunakan air mengalir. Kunyit kemudian dikupas dan dipotong kecil dan dihaluskan menggunakan *blender* hingga terbentuk serbuk kunyit. Serbuk kunyit tersebut digunakan untuk proses ekstraksi.

Ekstraksi rimpang kunyit dilakukan dengan menggunakan metode maserasi tunggal dengan kecepatan 175 rpm. Proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol 96%. Serbuk kunyit sebanyak 1000 g direndam dalam pelarut etanol sebanyak 2500 ml dalam labu Erlenmeyer selama 24 jam dengan perbandingan 1:2,5 (b/v). Filtrat hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring *Whatman* no.42. Residu direndam kembali menggunakan pelarut sebanyak 2500 ml dan dimaserasi selama 24 jam. Filtrat dihilangkan pelarutnya menggunakan

rotary vacuum evaporator pada suhu 40°C selama 18 jam. Hasil ekstrak disimpan dalam botol kaca yang ditutup *alumunium foil* sampai digunakan untuk induksi tikus uji. Ekstrak rimpang kunyit didapatkan dalam bentuk kental (pasta). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nikmah (2017) sediaan ekstrak rimpang kunyit dalam bentuk pasta dapat meningkatkan tinggi kriptas, jumlah sel goblet, dan mempertebal lapisan mukosa rektum tikus.

Dosis kunyit yang digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu 3 mg pada mencit dikonversikan ke tikus. Perhitungan dosis kunyit pada tikus adalah 7 (faktor konversi) dikali dengan 3 mg maka diperoleh dosis untuk tikus 21 mg. Pada penelitian ini digunakan 3 dosis untuk memperoleh dosis maksimal. Dosis pertama adalah dosis empiris yang dibulatkan ke atas menjadi 25 mg, dosis kedua adalah dua kali dosis pertama yaitu 50 mg, dan dosis ketiga adalah empat kali dosis pertama yaitu 100 mg.

Prosedur Penelitian

Tikus sebanyak 25 ekor, dikelompokkan dalam 5 kelompok. Kelompok 1 (K-) sebagai kontrol negatif hanya diberi akuades 2 ml. Kelompok 2 (K+) sebagai kontrol positif, diberikan minyak jelantah dengan dosis 1,5 ml. Kelompok 3 (P1) sebagai perlakuan 1 diberikan minyak jelantah dosis 1,5 ml serta ekstrak etanol rimpang kunyit 25 mg. Kelompok 4 (P2) sebagai perlakuan 2 diberikan diberikan minyak jelantah dosis 1,5 ml serta ekstrak etanol rimpang kunyit 50 mg. Kelompok perlakuan 5 (P3) diberikan diberikan minyak jelantah dosis 1,5 ml serta ekstrak etanol rimpang kunyit 100 mg selama 28 hari. Kemudian dilakukan laparatomi pada tikus yang dinarkosis dengan ketamin dan diambil duodenum untuk dibuat sediaan mikroskopis dengan metode paraffin dan pewarnaan *Hematoxilin & Eosin*. Fiksasi sampel

duodenum dengan formalin 10% kemudian pembuatan sediaan histopatologi.

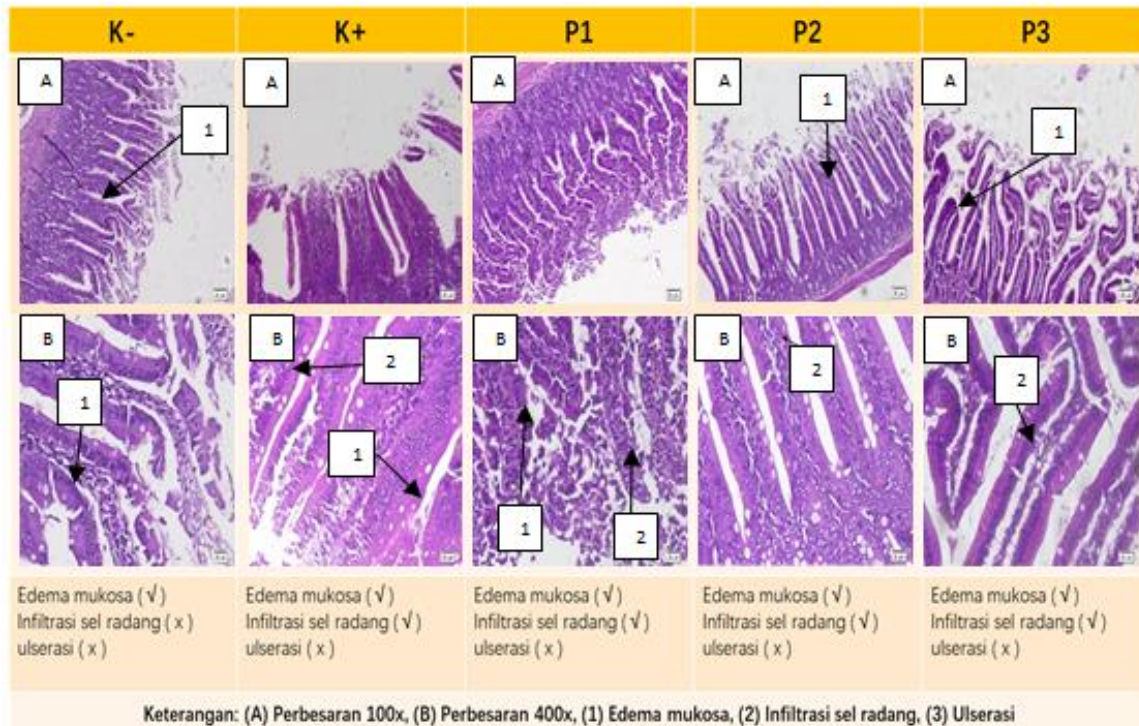
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Histopatologi Duodenum

Pada hasil yang diperoleh, gambaran histopatologi duodenum pada penelitian ini disajikan pada gambar 1. Pada kelompok K- struktur mukosa duodenum tampak normal walaupun ditemukan edema mukosa di satu lapang pandang. Pada gambaran histopatologi duodenum kelompok K+, struktur mukosa duodenum tampak mengalami perubahan, ditemukan edema pada mukosa duodenum dan banyak terdapat infiltrasi sel radang. Pada gambaran histopatologi duodenum kelompok P1, struktur mukosa tampak mengalami perubahan dengan terdapat infiltrasi sel radang dan edema mukosa namun tidak semasif pada kelompok kontrol K-. Pada gambaran histopatologi duodenum kelompok P2, struktur mukosa usus telah nampak normal walaupun tidak banyak terdapat perubahan. Infiltrasi sel radang dan edema pada mukosa duodenum mulai berkurang dibandingkan dengan kelompok P1. Pada gambaran histopatologi duodenum kelompok P3, struktur mukosa nampak normal dengan perubahan yang minimal. Edema mukosa dan infiltrasi sel radang masih ditemukan namun tidak semasif kelompok perlakuan sebelumnya.

Analisis Mikroskopis Kerusakan Duodenum

Skoring kerusakan histopatologi duodenum diambil nilai tertinggi dari setiap lapang pandang pada masing-masing mukosa setiap sampel. Kemudian didapatkan rerata kerusakan duodenum dari setiap sampel serta dirata-ratakan kerusakan mukosa duodenum setiap kelompok. Rerata skor kerusakan mukosa duodenum tersaji pada tabel 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Hasil pengamatan mikroskopis duodenum tikus putih.

Berdasarkan hasil grafik pada gambar 2, dapat dilihat bahwa adanya perbaikan atau penurunan kerusakan pada mukosa duodenum. Kerusakan mukosa paling rendah terdapat pada kelompok K- yaitu kelompok tikus yang hanya diberikan akuades tanpa diberikan minyak jelantah ataupun ekstrak etanol rimpang kunyit. Sedangkan, kerusakan pada duodenum paling tinggi terdapat pada kelompok kontrol positif yang diberikan minyak jelantah dengan dosis 1,5 ml selama 28 hari. Kerusakan mukosa duodenum pada kelompok P1, kelompok P2 dan kelompok P3 berturut-turut yang diberikan ekstrak etanol rimpang kunyit sebanyak 25 mg, 50 mg, dan 100 mg yang diinduksi minyak jelantah sebanyak 1,5 ml selama 28 hari mengalami penurunan kerusakan mukosa duodenum. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat efek protektif pemberian ekstrak etanol rimpang kunyit terhadap gambaran histopatologi duodenum tikus putih yang diinduksi minyak jelantah.

Pada hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hasil rata-rata skor kerusakan mukosa lambung pada kelompok K+, P1, P2, dan P3 berturut-turut adalah 2,36; 2,08; 1,88; 1,52 yang menunjukkan bahwa pemberian ekstrak etanol rimpang kunyit memiliki efek protektif terhadap gambaran histopatologi duodenum tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* yang diinduksi minyak jelantah.

Pada hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa kelompok K- yang hanya diberi akuades memiliki rata-rata skor kerusakan mukosa duodenum yang paling rendah sebesar 0,12. Pada kelompok K- seharusnya tidak didapatkan kerusakan pada mukosa duodenum karena pada dasarnya akuades bukanlah bahan iritan. Pada penelitian Khakim (2017) kelompok K- dapat mengalami perubahan karena adanya variabel luar yang tidak dapat dikendalikan oleh peneliti, seperti kondisi psikologi tikus maupun kondisi awal tikus

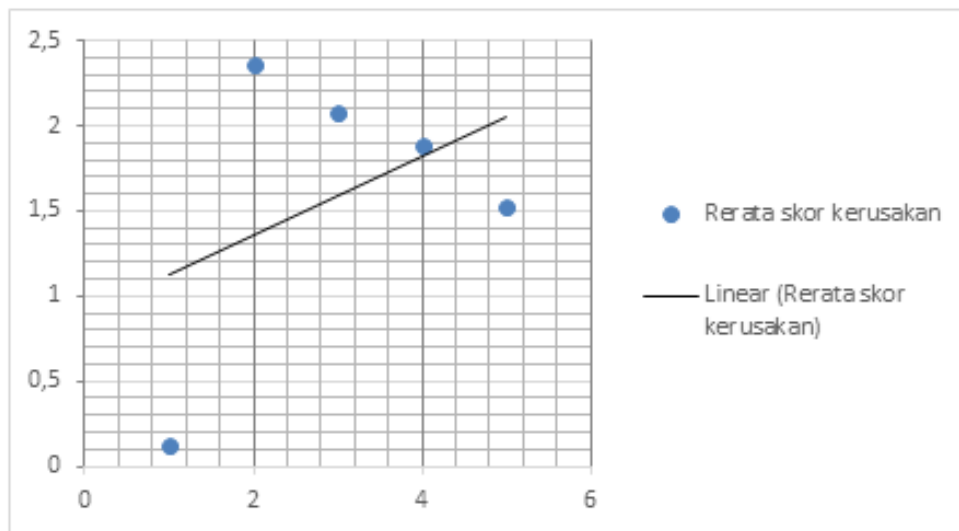
Tabel 1. . Skor Kerusakan Duodenum

Kelompok Perlakuan	Skor Kerusakan Lambung Tiap Lapang Pandang					Rerata Lapang Pandang	Rata – Rata Skor Kerusakan
	1	2	3	4	5		
K –	1	0	1	0	0	0	0,12
	2	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	1	0	
	4	0	0	0	0	0	
	5	0	0	1	0	0	
K +	1	2	2	3	2	2	2,36
	2	2	3	2	2	2	
	3	2	2	3	3	2	
	4	2	3	3	3	2	
	5	2	3	3	2	2	
P 1	1	3	2	1	1	2	2,08
	2	2	2	1	3	2	
	3	3	1	2	2	2	
	4	2	2	3	2	3	
	5	3	2	2	2	2	
P2	1	2	3	2	2	1	1,88
	2	1	2	1	1	3	
	3	3	2	1	2	2	
	4	2	1	1	2	3	
	5	2	2	2	3	1	
P 3	1	2	1	1	2	1	1,52
	2	2	2	1	1	1	
	3	1	1	2	2	1	
	4	1	2	1	2	1	
	5	2	2	1	2	3	

sebelum diberikan perlakuan. Pada kelompok K+ yang merupakan kelompok tikus yang diinduksi minyak jelantah 1,5 ml selama 28 hari memiliki rata-rata kerusakan duodenum yang paling tinggi. Kerusakan tersebut berupa terdapatnya edema pada mukosa duodenum yang disertai serbukan sel radang. Edema pada mukosa duodenum terjadi akibat akumulasi cairan yang abnormal didalam ruang interstisial dari jaringan dan organ. Edema yang terjadi disebabkan oleh ketidakseimbangan tekanan hidrostatik akibat peningkatan permeabilitas pembuluh kapiler. Inflamasi yang disebabkan oleh radikal bebas yang terbentuk selama penggunaan minyak goreng berulang menjadi salah satu mekanisme meningkatnya permeabilitas pembuluh kapiler (Rock *et al.*, 2011). Kematian sel akibat reaksi silang protein, fragmentasi DNA dan peroksidasi lipid membran akan menyebabkan terdapatnya infiltrasi sel radang (Zweier *et al.*, 2006). Pada penelitian ini, tidak ditemukan

adanya ulserasi pada mukosa duodenum. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ananto *et al.* (2017) ulserasi terbentuk akibat terdapatnya abses kriptas pada lamina propria yang kemudian bersatu. Abses kriptas yang terbentuk adalah daerah nekrotik sentral yang berisi sel radang PMN dan dikelilingi proliferasi fibroblastik pembuluh darah yang menyempit. Penelitian yang dilakukan Ananto *et al.* (2017) menjadi alasan karena pada penelitian tersebut abses kriptas yang dapat menjadi ulserasi baru ditemukan setelah 12x penggunaan minyak goreng berulang.

Kelompok P1 adalah kelompok yang diberikan minyak jelantah 1,5 ml serta ekstrak etanol rimpang kunyit 25 mg selama 28 hari. Berdasarkan uji Mann-Whitney antara kelompok K+ dan P1 ($p=0,068$) serta kelompok P1 dan P2 ($p=0,18$) tidak ditemukan adanya perbedaan yang bermakna. Hal ini sejalan dengan hasil mikroskopis yang ditemukan pada perbesaran 400x bahwa gambaran duodenum K+, P1, dan P2 masih memperlihatkan adanya edema mukosa dan infiltrasi sel radang pada setiap lapang pandangnya meskipun gambaran duodenum P1 tidak semasif K+ dan gambaran duodenum P2 tidak semasif P1. Kelompok P3 adalah kelompok yang diberikan minyak jelantah 1,5 ml serta ekstrak etanol rimpang kunyit 100 mg selama 28 hari. Kelompok P3 merupakan kelompok yang memiliki rerata kerusakan paling rendah dibandingkan kelompok perlakuan lainnya yang diberikan minyak jelantah. Kelompok P3 memiliki gambaran struktur mukosa duodenum yang nampak normal berupa tidak ditemukannya edema mukosa. Walaupun infiltrasi sel radang masih terlihat namun tidak semasif kelompok perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan karena rimpang kunyit memiliki kandungan zat kurkuminoid yang dapat berfungsi sebagai antioksidan yang dapat menangkal radikal



Gambar 2. Grafik rata-rata skor kerusakan duodenum.

bebas (Tajik *et al.*, 2008). Selain itu kandungan minyak atsiri pada kunyit juga dapat berfungsi sebagai antioksidan untuk menghambat terjadinya reaksi oksidasi pada proses terjadinya kerusakan sel (Herebian *et al.*, 2009).

Hasil metabolisme dari radikal bebas lipid peroksida adalah MDA dan 4HNE yang berkaitan dengan kerusakan jaringan. Antioksidan dari ekstrak etanol rimpang kunyit dapat menghambat produk tersebut untuk memodifikasi membran seluler yang dapat menyebabkan tertariknya grup polar menjadi molekul fosfolipid di dalam lipid bilayer. Penghambatan oleh antioksidan ini dapat menyebabkan membran sel tidak menjadi lebih hidrofobik dan permeabel sehingga mencegah terjadinya edema pada mukosa duodenum dan kerusakan jaringan yang dapat memicu infiltrasi sel radang (Kwiecien *et al.*, 2002).

Hasil penelitian dilakukan uji normalitas data menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk menilai kenormalan distribusi data pada tabel 2. Uji normalitas *Shapiro-Wilk*, dianggap bermakna apabila $p > 0,05$ pada sebagian besar kelompok. Namun, pada hasil uji normalitas yang telah

Tabel 2. Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

Kelompok Perlakuan	<i>Shapiro – Wilk</i>
	P sig
Kontrol Negatif	0,006
Kontrol Positif	0,314
Perlakuan 1	0,814
Perlakuan 2	0,046
Perlakuan 3	0,000

dilakukan diatas didapatkan nilai $p < 0,05$ pada sebagian besar kelompok. Sehingga data secara menyeluruh tidak terdistribusi normal. Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa data masih tidak terdistribusi normal. Oleh sebab itu, uji hipotesis tidak dapat menggunakan uji parametrik *One-way ANOVA* sehingga menggunakan uji Kruskal-Wallis dan dinyatakan bermakna ($p < 0,05$), maka selanjutnya dilakukan analisis *Post Hoc* untuk melihat hubungan pada masing-masing kelompok sampel. Analisis *Post Hoc* untuk uji Kruskal-Wallis yaitu Mann Whitney.

Tabel 3. Hasil analisis uji *Mann Whitney* kerusakan mukosa duodenum.

Kel	K-	K+	P1	P2	P3
K -	-	0,008	0,008	0,007	0,006
K +	0,008	-	0,068	0,008	0,006
P1	0,008	0,068	-	0,18	0,007
P2	0,007	0,008	0,18	-	0,045
P3	0,006	0,006	0,007	0,045	-

KESIMPULAN DAN SARAN

Ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dosis 50 mg mulai memberikan efek protektif terhadap duodenum tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* yang diinduksi minyak jelantah.

DAFTAR PUSTAKA

- Sabarella, Wieta BK, Sri W, Megawati M, Sehusman, Yani S. 2018. Buletin konsumsi pangan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 9 (2): 42-43
- Ketaren S. 2008. Minyak dan lemak pangan. Jakarta :Universitas Indonesia Press.
- Susianti. 2014. Pengaruh minyak goreng bekas yang dimurnikan dengan mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap gambaran histopatologi hepar dan jantung tikus. MKA. 37:55-60.
- Leong XF, Ng CY, Jaarin K dan Mustafa MR. 2015. Effects of repeated heating of cooking oils on antioxidant content and endothelial function. Austin Journal of Pharmacology and Therapeutics. 3(2):1-7.
- Pearce EC. 2014. Anatomi dan fisiologi untuk para medis. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Setiati S, Alwi I, Sudoyo AW, Stiyohadi B, Syam AF. 2014. Buku ajar ilmu penyakit dalam jilid 1 edisi ke-6. Jakarta: InternaPublishing.
- Nurtamin T. 2014. Potensi curcumin untuk mencegah aterosklerosis. 41(8):633-5.
- Aggarwal BB, A Kumar, MS Aggarwal, S Shishodia. 2005. Curcumin derived from turmeric (*Curcuma longa*): a spice for all season. CRC Press LLC.
- Atmaja DA. 2008. Pengaruh ekstrak kunyit (*Curcuma domestica*) terhadap gambaran mikroskopik mukosa lambung mencit *balb/c* yang diberi paracetamol [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nikmah LM. 2017. Efek ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma longa*) terhadap struktur histologi rectum tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi *dextran sodium sulphate* (DSS) [skripsi]. Jember: Universitas Jember
- Rock KL, Kono H. 2011. The inflammatory response to cell death. National Institute of Health. 3:99-126.
- Zweier JL, Talukder MAH. 2006. The role of oxidants and free radicals in reperfusion injury. Lipid in Health and Disease. 70:181-90.
- Tajik H, Tamaddonfard E, Gooschchi NH. 2008. The effect of curcumin (active substance of turmeric) on the acetic-acid induced visceral nociception in rats. Pakistan Journal of Biological Science. 11(2): 312-4.
- Herebian D, Choi H, Aty AE, Shim JH, Spiteller M. 2008. Metabolite analysis in *Curcuma domestica* using various gc-ms and lc-ms separation and detection techniques. Biomed Chromatogr. 23:951-65.
- Kwiecien S, Brzozowski T, Konturek SJ. 2002. Importance of aldehyde products of lipid peroxidation in

the formation of gastric lesions induced by aspirin, ischemia-reperfusion and stress. *Gastroenterologia Polska*. 9(4): 273-280.