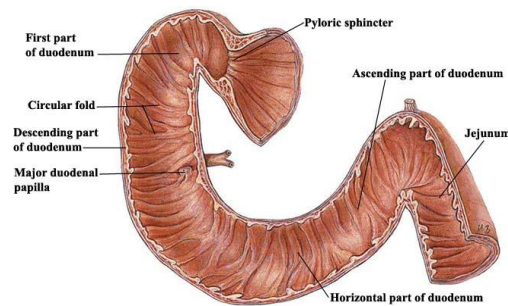


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Duodenum

2.1.1 Anatomi Duodenum



Gambar 1. Anatomi duodenum (dikutip dari <http://www.netterimages.com>)⁹

Duodenum merupakan saluran berbentuk huruf C dengan panjang ± 25 cm yang melengkung di sekitar caput pankreas. Duodenum terletak pada sambungan di antara lambung dan usus halus, dimulai dari akhir sphincter pylorus lambung dan berakhir dengan berlanjut sebagai jejunum. Duodenum merupakan bagian paling proksimal, paling lebar, paling pendek, dan paling sedikit pergerakannya dari bagian usus halus lainnya.^{10,11}

Duodenum dibagi menjadi 4 bagian :

1. Bagian pertama berjalan ke atas dan ke belakang pada planum transpyloricum setinggi vertebra lumbalis I. Bagian ini memiliki omentum minus yang melekat pada pinggir atasnya dan omentum majus yang

melekat pada pinggir bawahnya. Bagian ini ke anterior berbatasan dengan Lobus quadratus hepatis, vesika biliaris. Sementara ke posterior berbatasan dengan bursa omentalis (hanya satu inci pertama), arteria gastroduodenalis, duktus choledochus, vena porta, dan vena cava inferior.¹⁰

2. Bagian kedua berjalan vertikal ke bawah. Duktus choledochus dan duktus pancreaticus major menembus dinding medial kira-kira setengah bagian bawah, dan kedua duktus ini bergabung membentuk ampula yang bermuara ke duodenum pada papilla duodeni major. Batasan ke anterior dengan fundus vesika biliaris, lobus hepatis dekstra, colon transversum, lengkung usus halus. Batas posterior dengan hilum renal dekstra. Sementara batas ke medial dengan caput pankreatik, duktus choledochus, dan duktus pankreatikus.
3. Bagian ketiga berjalan horizontal di depan columna vertebralis. Ke anterior berbatasan dengan Radiks mesenterii intestinum tenue, vasa mesenterica superior, lengkung jejunum. Ke posterior berbatasan dengan ureter kanan, vena cava inferior, dan aorta, dan superior berbatasan dengan caput pankreas.
4. Bagian keempat berjalan ke atas dan ke kiri ke fleksura duodenojejunalis. Fleksura ini difiksasi oleh ligamentum Treitz, yang melekat pada crus dextrum diaphragmaticum. Batas anterior : permulaan radiks mesenterii, lengkung jejunum. Sementara posterior berbatasan dengan pinggir kiri aorta.¹⁰

Setengah bagian atas duodenum mendapat aliran darah arteri dari arteria pankreatikoduodenalis superior, cabang dari arteria gastroduodenalis. Sedangkan setengah bagian bawah duodenum mendapat aliran darah arteri dari arteria pankreatikoduodenalis inferior, cabang dari arteri mesenterika superior.¹⁰

Duodenum mendapat aliran darah vena dari vena pankreatikoduodenalis superior yang bermuara ke vena porta. Selain itu, duodenum juga mendapat aliran darah vena dari vena pankreatikoduodenalis inferior yang bermuara ke vena mesenterika superior.

Duodenum memiliki dua aliran pembuluh limfe yaitu ke atas dan ke bawah. Pembuluh-pembuluh limfe bermuara ke atas melalui nodi pankreatikoduodenales ke nodi gastroduodenale dan nodi coeliaci, sedangkan bermuara ke bawah melalui nodi pankreatikoduodenale ke nodi mesenterici superior.

Duodenum mendapat persarafan simpatik dan parasimpatik (vagus) melalui pleksus coeliacus dan pleksus mesentericus superior.¹⁰

2.1.2 Fisiologi Duodenum

Intestinum duodenum terutama melanjutkan proses pencernaan makanan yang sebelumnya telah dilakukan oleh organ-organ dari traktus digestivus. Proses pencernaan selanjutnya oleh duodenum yaitu karbohidrat dengan enzim amilase yang dihasilkan oleh pankreas. Duodenum juga berperan besar dalam pencernaan protein dengan bantuan enzim-enzim proteolitik pankreas. Pencernaan lemak banyak dilakukan oleh usus halus daripada gaster.

Proses selanjutnya adalah penyerapan zat-zat penting dari makanan yang telah dicerna. Sebagian besar penyerapan terjadi di duodenum dan jejunum, hanya sedikit yang terjadi di ileum. Semua produk pencernaan karbohidrat, lemak, dan protein serta sebagian besar elektrolit, vitamin, dan air, normalnya diserap oleh usus halus tanpa pandang bulu.

2.1.3 Histologi Duodenum



Gambar 2. Gambaran Histologi Duodenum¹²

Duodenum termasuk bagian dari usus halus yang terdiri dari lapisan mukosa, submukosa, muskularis eksterna dan adventisia atau serosa yang sama dengan bagian saluran cerna yang lain. Pada usus halus dijumpai villi-villi yang merupakan modifikasi permukaan mukosa. Villi dilapisi oleh epitel selapis silindris yang mengandung sel goblet. Villi di duodenum tampak lebar, tinggi dan banyak dan memiliki bentuk menyerupai daun. Diantara villi terdapat muara kecil dari kelenjar tubular simpleks yang disebut kripte Lieberkuhn atau kelenjar intestinal. Struktur yang juga terlihat pada duodenum yaitu plika sirkularis yang merupakan lipatan-lipatan mukosa yang sangat khas pada duodenum dan jejunum.

Dinding duodenum terdiri atas empat lapisan :

- 1) Lapisan terluar yang dilapisi peritoneum, disebut serosa merupakan kelanjutan dari peritoneum, tersusun atas selapis sel-sel mesothelial diatas jaringan ikat longgar dan pembuluh darah.¹³
- 2) Lapisan muskular disebut juga tunika muskularis yang tersusun atas serabut otot longitudinal (luar) dan sirkuler (dalam). Pleksus mesenterikus Aurbach terletak diantara kedua lapisan ini dan berfungsi mengatur otot disepanjang usus.¹⁰
- 3) Lapisan submukosa. Pada lapisan ini ditemukan kelenjar Brunner yang merupakan ciri khas duodenum. Kelenjar Brunner bermuara ke kripte Lieberkuhn melalui duktus sekretorius. Sekresi dari kelenjar Brunner bersifat viscous, jernih, dengan pH alkalis (pH 8,2 – 9,3), berguna melindungi mukosa duodenum terhadap sifat korosif dari getah lambung yang asam dan mengoptimalkan pH usus bagi kerja enzim pankreas.^{14,15}
- 4) Mukosa merupakan lapisan paling dalam. Terdiri dari 3 lapisan yaitu muskularis mukosa, lamina propria dan paling dalam terdiri dari selapis sel epitel.^{13,15}

2.2 Jejas pada Duodenum

Sel yang terkena stress baik fisiologis maupun patologis akan melakukan reaksi perubahan fungsi atau struktur selnya yang disebut degenerasi, progresif, atrofi, hipertrofi, hyperplasia, metaplasia. Nekrosis sel terjadi karena kemunduran sel atau degeneratif akibat dari gangguan total pada organ.¹⁶ Banyak faktor yang bisa menimbulkan jejas, seperti hipoksia, bahan kimia endogen maupun eksogen,

mikroba, virus, parasit, jamur, hipersensitivitas, defek genetik, ketidakseimbangan nutrisi, radiasi, trauma, suhu ekstrim, tekanan dan penuaan.¹⁷ Jejas pada traktus gastrointestinal tergantung dari dalamnya jejas. Reaksi bisa berupa erosi mukosa yaitu hilangnya sebagian dari ketebalan mukosa dan ulserasi mukosa yaitu hilangnya seluruh ketebalan mukosa dan terkadang terjadi defek hingga mencapai muskularis propria.⁶

Stimulus eksogen maupun endogen yang dapat menimbulkan jejas pada sel akan menimbulkan reaksi kompleks pada jaringan ikat yang mempunyai vaskularisasi yang disebut dengan reaksi radang.¹⁷

Minyak bekas mengandung asam lemak jenuh dan ROS. Jika akumulasi ROS dalam sel berlebihan akan mengundang sitokin-sitokin pro inflamasi, seperti TNFa, IL-1, IL-6 yang dapat menimbulkan terjaidinya peradangan, jika berlanjut bisa terjadi kerusakan pada sel.

Penilaian epitel mukosa duodenum dapat dinilai menggunakan skor Barthel Manja.¹⁸

Tabel 2. Skor Barthel Manja

Skor	Integritas Epitel Mukosa Duodenum
0	Tidak ada perubahan patologis
1	Deskuamasi epitel
2	Erosi permukaan epitel (1-10 sel epitel/lesi)
3	Ulserasi permukaan epitel (>10 sel epitel/lesi)

2.3 Minyak goreng

Komposisi utama dari minyak adalah asam lemak dan gliserida, asam lemak dengan rantai C-nya yang panjang. Asam lemak merupakan asam karboksilat yang diperoleh dari hidrolisis suatu lemak atau minyak. Sedangkan gliserida merupakan ester dari gliserol.¹⁹

Minyak kelapa sawit mengandung beberapa senyawa karoten, yaitu beta-karoten, tokoferol, dan alpha-tokoferol. Beta-karoten adalah provitamin A yang larut dalam lemak. Namun proses penggorengan pada suhu tinggi akan menyebabkan degradasi β -karoten yang terkandung dalam minyak kelapa sawit tersebut akan hilang. Pada dasarnya kualitas minyak goreng akan menurun akibat proses penggorengan berulang dan suhu yang tinggi. Berikut adalah syarat mutu minyak goreng menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3741-2013:

Tabel 3. Standar mutu minyak goreng

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Kedaaan		
	1.1 Bau	-	Normal
	1.2 Warna	-	Normal
2	Kadar air dan bahan menguap	%(b/b)	Maks. 0,15
3	Bilangan asam	mg KOH/g	Maks. 0,6
4	Bilangan peroksida	mek O ₂ /kg	Maks. 10
5	Minyak pelikan	-	Negative
6	Asam linolenat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	Maks. 2

7	Cemaran logam		
	7.1 Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
	7.2 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,1
	7.3 Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250,0*
	7.4 Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1

CATATAN: - Pengambilan contoh dalam bentuk kemasan di pabrik

*dalam kemasan kaleng

2.4 Metode penggorengan *deep fried*

Deep fried merupakan salah satu metode memasak paling populer di seluruh dunia dengan cara merendam makanan dalam minyak panas dengan kontak antara minyak, udara, dan makanan pada suhu tinggi 150°C hingga 190°C.²⁰ Minyak memiliki fungsi ganda sebagai media transfer panas dan juga sebagai pemberi kontribusi pada tekstur dan cita rasa bahan gorengan. *Deep fried* menurunkan asam lemak tak jenuh dari minyak dan meningkatkan pembusaan, warna, viskositas, kepadatan, dan kandungan asam lemak bebas, bahan polar, serta senyawa polimerik.²⁰

2.5 Minyak jelantah

Minyak jelantah adalah limbah dari minyak goreng yang telah digunakan lebih dari dua kali.²¹ Minyak jelantah selama penggorengan akan mengalami pemanasan dengan suhu yang tinggi (170°-200° C) dan berulang.²²

Pada proses penggorengan minyak terjadi proses oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi. Hidrolisis menghasilkan *free fatty acid* (FFA) dan gliserol, dimana

gliserol akan menguap pada suhu 150°C lebih dan asam lemak bebas akan meningkat sebanding dengan frekuensi penggorengan. Oksidasi menghasilkan senyawa hidroperoksida, senyawa volatil dan non volatil. Polimerisasi akan menghasilkan senyawa dimer dan polimer yang bergantung pada jenis minyak, suhu penggorengan, dan jumlah penggorengan.²⁰

Ditinjau secara kimiawi, minyak jelantah mengandung senyawa karsinogenik yaitu asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan iod, bilangan penyabunan dan kadar air yang nilainya melebihi SNI. Kadar asam lemak bebas dalam minyak jelantah akan semakin tinggi seiring dengan lamanya waktu penggorengan begitu juga pada bilangan peroksida atau radikal bebas.²³

2.6 Radikal bebas

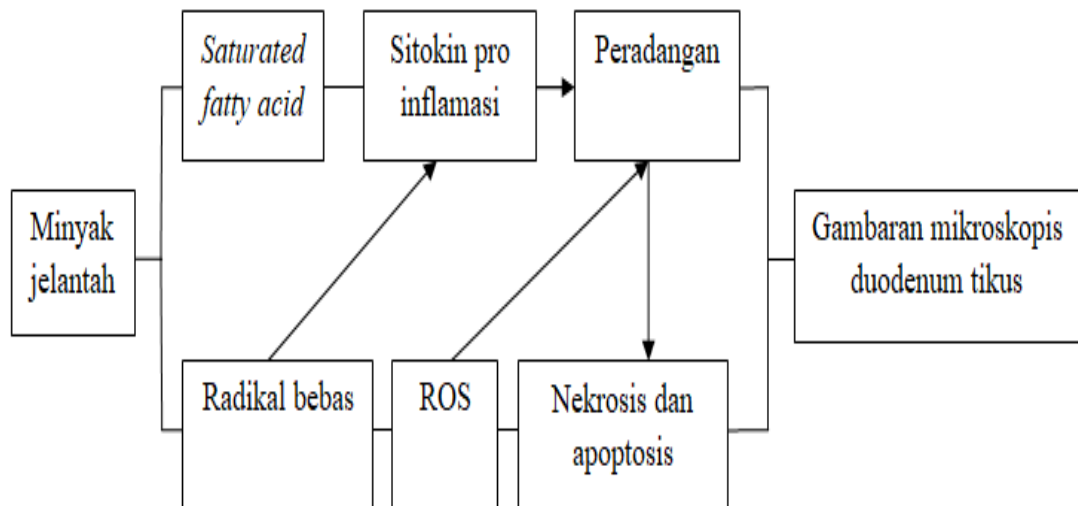
Radikal bebas adalah atom atau molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan, dalam keadaan normal elektron ada secara berpasangan, sehingga radikal bebas memiliki tendensi untuk mencari pasangan elektronnya. Karena itulah radikal bebas bersifat sangat reaktif dan dapat merusak sel.²⁴

Radikal bebas yang terdapat pada tubuh berasal dari endogen dan eksogen. Radikal bebas endogen dihasilkan dari proses metabolisme normal dalam tubuh, yang nilainya rendah dan bersifat normal berada dalam tubuh. Sedangkan radikal bebas eksogen yaitu radikal bebas yang berasal dari luar tubuh manusia.¹⁷

Radikal bebas yang diproduksi karena hasil metabolisme oksigen disebut dengan *reactive oxygen species* (ROS). ROS dapat berasal dari dalam maupun luar tubuh. ROS yang berasal dari dalam tubuh, misalnya akibat proses respirasi sel, metabolisme aerob, oksidasi enzim, dan proses inflamasi, sedangkan yang

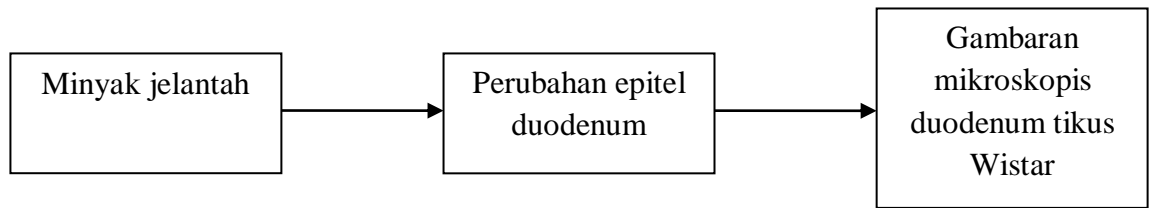
berasal dari luar tubuh dapat disebabkan karena polutan, makanan berlemak, kopi, alkohol, obat, minyak goreng jelantah, pestisida, dan lain sebagainya.²⁵ ROS sangat berbahaya jika kadarnya abnormal karena dapat bereaksi dengan jaringan-jaringan di tubuh manusia. Radikal bebas yang berlebihan akan menyebabkan gangguan hingga kerusakan pada jaringan yang diakibatkan oleh gangguan oksidatif, yang didasari oleh radikal bebas asam lemak, atau peroksidasi lipid.

2.7 Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka konsep

2.9 Hipotesis

2.9.1 Hipotesis Mayor

Terdapat pengaruh frekuensi penggorengan minyak jelantah terhadap gambaran mikroskopis duodenum tikus Wistar (*Rattus norvegicus*).

2.9.2 Hipotesis Minor

1. Terdapat perbedaan bermakna gambaran mikroskopis duodenum tikus wistar (*Rattus norvegicus*) pada kelompok P1 (frekuensi 3 kali penggorengan) dan K1 (kontrol pertama).
2. Terdapat perbedaan bermakna gambaran mikroskopis duodenum tikus wistar (*Rattus norvegicus*) pada kelompok P2 (frekuensi 6 kali penggorengan) dan K1 (kontrol pertama).
3. Terdapat perbedaan bermakna gambaran mikroskopis duodenum tikus wistar (*Rattus norvegicus*) pada kelompok P3 (frekuensi 9 kali penggorengan) dan K1 (kontrol pertama).
4. Terdapat perbedaan bermakna gambaran mikroskopis duodenum tikus wistar (*Rattus norvegicus*) pada kelompok P1 (frekuensi 3 kali penggorengan) dan P2 (frekuensi 6 kali penggorengan).

5. Terdapat perbedaan bermakna gambaran mikroskopis duodenum tikus wistar (*Rattus norvegicus*) pada kelompok P1 (frekuensi 3 kali penggorengan) dan P3 (frekuensi 9 kali penggorengan).
6. Terdapat perbedaan bermakna gambaran mikroskopis duodenum tikus wistar (*Rattus norvegicus*) pada kelompok P2 (frekuensi 6 kali penggorengan) dan P3 (frekuensi 9 kali penggorengan).