

**MODUL PERTEMUAN IV**

**FISIOLOGI II**

**SISTEM PENCERNAAN**



**DOSEN : YULIA WAHYUNI**

**KODE DOSEN : 7267**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Tubuh manusia merupakan kumpulan dari berbagai organ sehingga membentuk jaringan yang penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Organ-organ pada tubuh manusia tersebut tidak dapat bekerja sendiri, sehingga pada tubuh manusia terdapat sebuah sistem yang berfungsi untuk mengontrol kerja organ-organ tersebut sistem tersebut yaitu sistem endokrin. Salah satu kelenjar yang berperan adalah kelenjar pankreas (Syaifuddin, 2015)

Pankreas adalah organ abdomen difus dan besar yang berfungsi sebagai kelenjar esokrin dan endokrin. Fungsi eksokrin pankreas berkaitan dengan sintesis dan pengeluaran enzim-enzim pencernaan dan larutan natrium bikarbonat dari sel-sel khusus pankreas yang disebut sel asinus (acinu). Sedangkan fungsi endokrin pankreas adalah memproduksi dan melepaskan hormon insulin, glucagon, dan somatosin. Hormon ini masing-masing diproduksi oleh sel-sel khusus yang berbeda di pankreas yang disebut Pulau Langerhans (Corwin, 2009).

Sekresi enzim pankreas terutama berlangsung akibat stimulasi pankreas oleh kolesistokinin (CCK), suatu hormone yang dikeluarkan oleh usus halus. Rangsangan yang menyebabkan pengeluaran CCK adalah adanya campuran partikel makanan yang masuk ke duodenum dalam campuran makanan dari lambung (Syaifuddin, 2015).

Berdasarkan uraian diatas maka pada modul ini akan membahas mengenai Fisiologi, Peran, dan Fungsi Enzim yang dihasilkan Pankreas.

**B. Rumusan**

1. Bagaimana fisiologi dan peran dari pankreas?
2. Bagaimana peran dan fungsi enzim yang dihasilkan pankreas?

**C. Tujuan**

1. Mengetahui fisiologi dan peran dari pankreas
2. Mengetahui peran dan fungsi enzim yang dihasilkan pankreas

## **BAB II**

### **PEMBAHASAN**

#### **2.1. Definisi Pankreas**

Pankreas merupakan kelenjar terpanjang yang berukuran besar dan terletak dibalik kurvatura besar lambung. Pankreas dapat didefinisikan sebagai organ kelenjar yang hadir dalam endokrin dan sistem pencernaan dari semua vertebrata. Pankreas seperti spons dengan warna kekuningan.

#### **2.2. Fisiologi**

Pankreas merupakan kelenjar eksokrin (pencernaan) sekaligus kelenjar endokrin. Bentuk pankreas menyerupai seperti ikan. Pankreas ini sekitar panjang 15 cm dan sekitar 3,8 cm lebar. Pankreas meluas sampai ke bagian belakang perut, di belakang daerah perut dan melekat ke bagian pertama dari usus yang disebut duodenum. Sebagai kelenjar endokrin, menghasilkan hormon seperti insulin, somatostatin dan glukagon dan sebagai kelenjar eksokrin yang mensintesis dan mengeluarkan cairan pankreas yang mengandung enzim pencernaan yang selanjutnya diteruskan ke usus kecil. Enzim-enzim pencernaan berkontribusi pada pemecahan dari karbohidrat, lemak dan protein yang hadir di paruh makanan yang dicerna.

##### **2.2.1. Fungsi endokrin**

Sel pankreas yang memproduksi hormon disebut sel pulau Langerhans, yang terdiri dari sel alfa yang memproduksi glukagon dan sel beta yang memproduksi insulin.

- Glukagon. Efek glukagon secara keseluruhan adalah meningkatkan kadar glukosa darah dan membuat semua jenis makanan dapat digunakan untuk proses energi. Glukagon merangsang hati untuk mengubah

glikogen menurunkan glukosa (glikogenolisis) dan meningkatkan penggunaan lemak dan asam amino untuk produksi energi. Proses glukoneogenesis merupakan perubahan kelebihan asam amino menjadi karbohidrat sederhana yang dapat memasuki reaksi pada respirasi sel. Sekresi glukagon dirangsang oleh hipoglikemia. Hal ini dapat terjadi pada keadaan lapar atau selama stres fisiologis, misalnya olahraga.

- Insulin. Efek insulin adalah menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan penggunaan glukosa untuk produksi energi. Insulin meningkatkan transport glukosa dari darah ke sel dengan meningkatkan permeabilitas membran sel terhadap glukosa (namun otak, hati, dan sel-sel ginjal tidak bergantung pada insulin untuk asupan glukosa). Di dalam sel, glukosa digunakan pada respirasi sel untuk menghasilkan energi. Hati dan otot rangka mengubah glukosa menjadi glikogen (glikogenesis) yang disimpan untuk digunakan di lain waktu. Insulin juga memungkinkan sel-sel untuk mengambil asam lemak dan asam amino untuk digunakan dalam sintesis lemak dan protein (bukan untuk produksi energi). Insulin merupakan hormon vital; kita tidak dapat bertahan hidup untuk waktu yang lama tanpa hormon tersebut. Sekresi insulin dirangsang oleh hiperglikemia. Keadaan ini terjadi setelah makan, khususnya makanan tinggi karbohidrat. Ketika glukosa diabsorpsi dari usus halus ke dalam darah, insulin disekresikan untuk memungkinkan sel menggunakan glukosa untuk energi yang dibutuhkan segera. Pada saat bersamaan, semua kelebihan glukosa akan disimpan di hati dan otot sebagai glikogen.

### 2.2.2. Eksokrin Pankreas

Eksokrin menghasilkan enzim pencernaan bersama dengan cairan alkali. Keduanya disekresi ke dalam usus kecil melalui saluran eksokrin.

Fungsi sekresi dilakukan sebagai respon terhadap hormon usus kecil yang disebut cholecystokinin dan secretin. Enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kelenjar eksokrin terdiri dari chymotrypsin, tripsin, lipase pankreas, dan amilase pankreas. Enzim pencernaan sebenarnya diproduksi oleh sel-sel asinar hadir dalam pankreas eksokrin. Sel yang melapisi saluran pankreas disebut sel centroacinar. Sel-sel centroacinar mengeluarkan larutan kaya isi garam dan bikarbonat ke dalam usus. Dengan demikian, fungsi pankreas memainkan peran penting dalam aktivitas tubuh.

Komposisi cairan pankreas tergantung pada rangsangan yang diterima oleh sel-sel sekretoris pankreas. Cairan pankreas yang mengandung enzim dapat ditingkatkan produksinya melalui rangsangan saraf maupun rangsangan hormonal. Rangsangan nervus vagus meningkatkan konsentrasi enzim di dalam cairan pankreas, diiringi dengan menurunnya jumlah butiran *zymogen* (enzim) yang terdapat dalam *sel-sel asiner* (berbentuk seperti anggur) pada pankreas.

Serabut saraf parasimpatis menginversi sel-sel aciner (sel berbentuk anggur) dan berhubungan dengan sel-sel dari pulau langerhans. Serabut saraf simpatis akan berakhir pada pembuluh darah pankreas dan rangsangan terhadap saraf simpatis akan mengakibatkan meningkatnya sekresi cairan pankreas.

Pemasukan HCl ke dalam duodenum mengakibatkan terjadinya sekresi cairan pankreas. Sekresi oleh HCL masih berlangsung ketika semua saraf yang menginversi pankreas diputuskan. Saraf memegang peranan di dalam sekresi cairan pankreas, berkenaan dengan peranan hormonal terhadap sekresi cairan pankreas. Zat aktif yang diperoleh dari ekstrak duodenum dikenal dengan nama *sekretin* yang meningkatkan pelarut enzim yang terdapat di dalam cairan pankreas. Cairan pankreas

dihasilkan sebagai respons terhadap sekretin yang mempunyai berat jenis yang rendah, tetapi mempunyai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan cairan pankreas yang dihasilkan sebagai respon terhadap rangsangan saraf.

Cairan pankreas mempunyai pH ke arah basa (pH 8.4). keadaan ini disebabkan adanya  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 0.3-0.6% yang berfungsi menetralkan asam, dalam 24 jam disekresi sebanyak 500-2000 cc dan mengandung 8 gram NaCl. Cairan pankreas mengandung 2 macam protein yaitu *albumin dan globulin*, serta mengandung 3 macam enzim yaitu *lipase, amilase dan tripsin*. Tripsin adalah enzim proteolitik yang bekerja dengan optimal pada medium yang bersifat basa. Enzim ini akan menguraikan protein menjadi polipeptida selanjutnya diurai menjadi *asam amino*.

Amilase akan menguraikan pati menjadi maltose diubah menjadi 2 molekul glukosa oleh maltase yang terdapat di dalam cairan usus halus. Lipase akan menguraikan lemak netral (trigliserida) menjadi digliserida, monogliserida, asam lemak bebas dan gliserol, pH optimum amilase pada 7,0 dan lipase 8,0. Dalam proses pencernaan lemak, garam-garam empedu berperan secara khusus mengaktifkan lipase. Efek khusus yang mempengaruhi lipase adalah kemampuan garam-garam empedu untuk membuat lemak yang dikonsumsi berubah bentuk menjadi sebuah *emulsi* sehingga permukaan lemak menjadi lebih besar dan memudahkan bagi lipase untuk mencernanya.

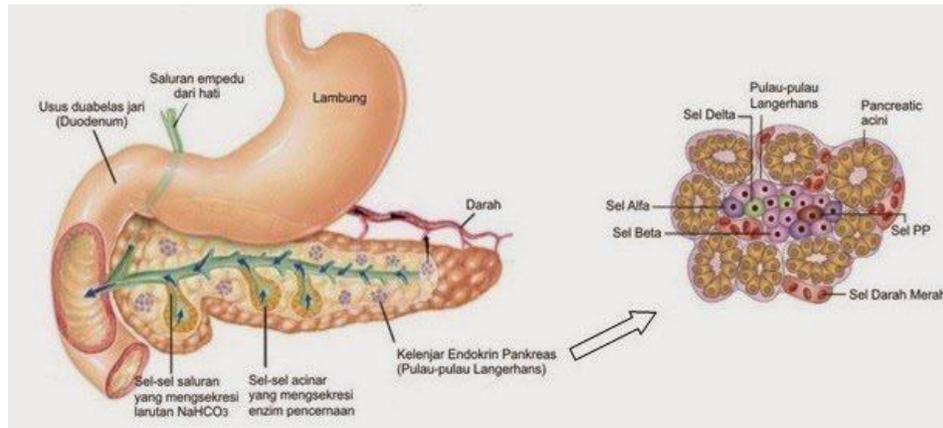
#### 1. Komposisi Cairan Pankreas

Cairan pankreas mengandung enzim untuk mencerna protein, karbohidrat dan lemak.

1. Enzim proteolitik pankreas (protease)
  - a. *Tripsinogen* yang disekresi oleh pankreas diaktivasi menjadi tripsin oleh enterokinase yang diproduksi oleh usus halus. Tripsin mencerna protein dan polipeptida besar untuk membentuk peptide dan polipeptida yang lebih kecil.
  - b. *Kimotripsin* : teraktifasi oleh kimotripsinogen, memiliki fungsi yang sama seperti tripsin terhadap protein
  - c. *Karboksipeptidase, aminopeptidase, dan dipeptidase* : adalah enzim yang melanjutkan proses pencernaan protein untuk menghasilkan asam amino bebas.
2. Lipase pankreas : menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol setelah lemak diemulsi oleh garam-garam empedu
3. Amilase pankreas menghidrolisis zat tepung yang tidak tercerna oleh amilase saliva menjadi disakarida (maltose, sukrosa, dan laktosa)
4. Ribonuklease dan deoksiribonuklease menghidrolisis RNA dan DNA menjadi blok-blok pembentuk nukleotida.

### **2.3. Definisi pankreas dan peran enzim pankreas**

Ketika disalurkan ke dalam usus halus, isi lambung akan bercampur tidak saja dengan getah yang dikeluarkan oleh mukosa usus halus tetapi juga dengan sekresi pancreas eksokrin dan hati yang disalurkan ke dalam lumen duodenum tambahan ini sebelum kita meneliti kontribusi usus halus itu sendiri.



### 2.3.1. Pankreas adalah campuran jaringan eksokrin dan endokrin

Pancreas adalah sebuah kelenjar memanjang yang terletak di belakang dan di bawah lambung, di atas lengkung pertama duodenum. Kelenjar campuran ini mengandung jaringan eksokrin dan endokrin. Bagian eksokrin yang utama terdiri dari kelompok-kelompok sel sekretorik mirip anggur yang membentuk kantong yang dikenal sebagai **asinus**, yang berhubungan dengan duktus yang akhirnya bermuara di duodenum. Bagian endokrin yang lebih kecil terdiri dari pulau-pulau jaringan endokrin terisolasi, **pulau Langerhans**, yang tersebar di seluruh pancreas. Hormone-hormon terpenting yang disekresikan oleh sel pulau adalah insulin dengan glucagon. Pancreas eksokrin dan endokrin berasal dari jaringan berbeda tetapi memiliki kesamaan dalam lokasi. Meskipun sama-sama terlibat dalam metabolisme molekul nutrisi, keduanya memiliki fungsi berbeda di bawah kontrol mekanisme regulatorik yang berlainan.

### 2.3.2. Pancreas eksokrin mengeluarkan enzim pencernaan dan cairan encer alkalis.

Pancreas eksokrin mengeluarkan getah pancreas yang terdiri dari dua komponen: (1) *enzim pancreas* yang secara aktif disekresikan oleh *sel*

*asinus* yang membentuk asinus dan ,(2) *larutan cair basa* yang secara aktif disekresikan oleh sel duktus yang melapisi duktus pankreatikus. Komponen encer alkalis banyak mengandung natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>).

Seperti pepsinogen, enzimenzim pankreas disimpan di dalam vesikula sekretorik yang dengan granla zimogeb setelah diproduksi, kemudian dilepaskan dengan eksositosis sesuai kebutuhan. Enzim-enzim pancreas ini penting karena hamper mencerna makanan secara sempurna tanpa adanya sekresi pencernaan lain. Sel-sel asinus mengeluarkan tiga jenis enzim pancreas yang mampu mencerna ketiga kategori makanan: (1) *enzim proteolitik* untuk pencernaan protein, (2) amylase pancreas untuk pencernaan karbohidrat, dan (3) lipase pancreas untuk mencerna lemak.

#### 1. **Enzim Proteolitik Pankreas**

Ketiga enzim proteolitik utama pancreas adalah *tripsinogen*, *kimotripsinogen*, dan *prokarboksipeptidase*, yang masing-masing disekresikan dalam bentuk inaktif. Setelah **tripsinogen** disekresikan ke dalam lumen duodenum, bahan ini diaktifkan menjadi **tripsin** oleh **enterokinase** (juga dikenal sebagai **enteropeptidase**), suatu enzim yang terbenam di membrane luminal sel0sel yang melapisi mukosa duodenum. Tripsin kemudian secara otokatalisis mengaktifkan lebih banyak tripsinogen. Seperti pepsinogen,, tripsinogen harus tetap aktif di dalam pancreas untuk mencegah enzim proteolitik ini mencerna protein sel tempat ia terbentuk. Karena itu, tripsinogen tetap inaktif hingga zat ini mencapai lumen duodenum, tempat enterokinase memicu proses pengaktifan, yang kemudian berlanjut secara otokatalistis. Sebagai proteksi tambahan, pancreas juga menghasilkan bahan kimia yang dikenal ebagai inhibitor tripsin, yang menghambat kerja tripsin jika secara tak sengaja terjadi pengaktifan tripsinogen di dalam pancreas.

Kimotripsinogen dan prokarboksipeptidase enzim proteolitik pancreas lainnya, diubah oleh tripsin menjadi bentuk aktif, masing-masing adalah

kimotripsin dan karboksipeptidase, di dalam lumen duodenum. Karne itu, jika enterokinasi telah mengaktifkan sebagai tripsin, tripsin kemudian melaksanakan proses pengaktifan selanjutnya.

Masing-masing enzim proteolitik ini menyerang ikatan peptide yang berbeda. Produk akhir yang terbentuk dari proses ini adalah campuran rantai peptida pendek dan asam amino. Mucus yang disekresikan oleh sel usus melindungi dinding usus halus dari pencernaan oleh enzim-enzim proteolitik yang aktif tersebut.

## 2. **Amylase pancreas**

seperti amylase liur, amylase pancreas berperan dalam pencernaan karbohidrat mengubah serat makanan (amylase dan amilopektin) menjadi glukosa monosakarida, maltosa disakarida dan polisakarida rantai cabang dekstrin  $\alpha$ -limit. amylase disekresikan dalam getah pancreas dalam bentuk aktif karena amylase tidak membahayakan sel sekretorik. Sel-sel ini tidak mengandung polisakarida.

## 3. **Lipase Pankreas**

Lipase pancreas sangat penting karena merupakan satu-satunya enzim di saluran cerna yang dapat mencerna lemak. (Pada manusia, lipase dalam jumlah tak-bermakna disekresikan di liur dan getah lambung, yaitu lipase lidah dan lipase lambung). Lipase pancreas menghidrolisis trigliserida makanan menjadi monogliserida dan asam lemak bebas, yaitu satuan lemak yang dapat di serap. Seperti amylase, lipase disekresikan dalam bentuk aktif karena tidak ada resiko pencernaan oleh lipase. Trigliserida bukan merupakan komponen struktural sel pancreas.

## 4. **Insufisiensi Pankreas.**

Jika terjadi defisiensi enzim pancreas pencernaan makan menjadi tidak tuntas. Karena pancreas adalah satu-satunya sumber lipase yang bermakna, defisiensi enzim pancreas menyebabkan maldigesti dan malabsorpsi lemak yang serius. Gambaran klinis utama insufisiensi pancreas eksokrin adalah steatorea, atau peningkatan lemak yang tak tercerna di tinja. Hingga 60% - 70% lemak yang tak tertelan mungkin diekresikan di tinja. Pencernaan protein dan karbohidrat terganggu dengan derajat lebih rendah karena enzim-enzim liur, lambung, dan usus ikut berperan mencerna bahan makanan ini.

#### **5. Sekresi Cair Alkalis Pankreas**

Enzim-enzim pancreas berfungsi optimal pada lingkungan yang netral atau sedikit basa, tetapi isi lambung yang sangat asam dialirkan ke dalam lumen duodenum di dekat tempat keluarnya enzim pancreas ke dalam duodenum. Kimus asam ini harus cepat dinetralkan di lumen duodenum, tidak saja agar enzim pancreas berfungsi optimal tetapi juga untuk mencegah erusakan mukosa duodenum akibat asam. Cairan basa ( $\text{NaOH}$ ) yang disekresikan oleh sel duktus pancreas ke dalam lumen duodenum memiliki fungsi penting menetralkan kimus asam sewaktu kimus masuk ke dalam duodenum dari lambung. Sekresi  $\text{NaHCO}_3$  cair ini adalah komponen terbanyak sekresi pancreas. Volume sekresi pancreas berkisar antara 1 dan 2 liter sehari, bergantung pada jenis derajat stimulasi.

Semua perincian tentang sekresi  $\text{NaHCO}_3$  pankreas belum sepenuhnya diketahui, tetapi karbonat anhidrase terlihat dan pompa  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  menyediakan energy yang menjalankan transport aktif sekunder. Menurut model yang sekarang di bawah pancreas bergabung dengan  $\text{OH}^-$  yang dihasilkan dari  $\text{H}_2\text{O}$  untuk menghasilkan  $\text{HCO}_3^-$  yang keluar melalui membrane luminal untuk memasuki lumen duktus melalui antiporter menuju ke lumen. Secara bersama, kerja ini menyelesaikan sekresi  $\text{NaHCO}_3^-$ . Ion hydrogen yang dihasilkan dari  $\text{H}_2\text{O}$  di dalam sel duktus memasuki darah

menembus tepi basolateral baik melalui transpor aktif maupun antiporter  $\text{Na}^+$ - $\text{H}^+$ .

### **2.3.3. SEKRESI EKSOKRIN PANKREAS DIATUR OLEH SEKRESI DAN CCK.**

Sekresi eksokrin pancreas diatur terutama oleh mekanisme hormone. Selama fase sefalik pencernaan, terjadi sekresi pancreas dalam jumlah terbatas akibat stimulasi parasimpatis, disertai peningkatan selanjutnya selama fase lambung sebagai respon terhadap gastrin. Namun, stimulasi utama sekresi pancreas terjadi selama fase usus pencernaan ketika kimus berada di usus halus. Pelepasan dua enterogastrom utma, sekresi dan koleksistokinin (CCK), sebagai respon terhadap kimus di duodenum berperan sentral dalam mengontrol sekresi pancreas.

#### **1. Peran Sekretin Dalam Sekresi Pancreas**

Dari factor-faktor yang merangsang pelepasan enterogastrom (lemak, asam, hipertonisitas, dan peregangan), perangsang utama yang khususnya untuk pelepasan sekresi adalah asam di duodenum. Sekretin dibawa oleh darah ke pancreas, tempat zat ini merangsang sel-sel duktus untuk meningkatkan sekresi cairan encer kaya-  $\text{NaHCO}_3$  ke dalam duodenum. Meskipun rangsangan lain dapat menyebabkan pelepasan sekretin, perangsang paling kuat adalah asam di lumen usus halus karena sekresi pancreas yang bersifat alkalis yang terjadi menetralkan asam. Jumlah sekretin yang dikeluarkan proporsional dengan jumlah asam yang masuk ke duodenum sehingga jumlah  $\text{NaHCO}_3$  yang disekresikan setara dengan keasaman duodenum.

#### **2. Peran CCK dalam Sekresi Pancreas**

Kolesistokinin penting dalam mengatur sekresi enzim pencernaan pancreas. Perangsang utama pelepasan CCK dari mukosa duodenum adalah adanya lemak dan dengan tingkat yang lebih rendah, produk protein. System sirkulasi mengangkut CCK ke pancreas, tempat zat ini merangsang sel asinus pancreas untuk meningkatkan sekresi enzim pencernaan. Diantara enzim-enzim ini terdapat lipase pancreas dan enzim proteolitik, yang mencerna lebih lanjut lemak dan protein, arbohidrat tidak berpengaruh langsung pada sekresi enzim pencernaan pancreas.

Ketiga jenis enzim pencernaan pancreas dikemas bersama dalam granula zymogen sehingga semua enzim pancreas dibebaskan bersama-sama selama eksositosi granula. Karena itu, meskipun jumlah total enzim yang dibebaskan bervariasi bergantung pada jenis makanan yang dikonsumsi (sekresi paling banyak oleh lemak), proporsi enzim-enzim dibebaskan tidak berada berdasarkan jenis makanan. Makanan tinggi protein tidak menyebabkan proporsi enzim proteolitik yang dilepaskan menjadi lebih besar.

Seperti gastrin yang bersifat trofik bagi lambung dan usus halus, CCK dan sekretin juga memiliki efek trofik pada pancreas eksokrin untuk mempertahankan integritasnya.

## PENUTUP

### 3.1. Kesimpulan

Pankreas adalah organ abdomen difus dan besar yang berfungsi sebagai kelenjar esokrin dan endokrin. Fungsi eksokrin pankreas berkaitan dengan sintesis dan pengeluaran enzim-enzim pencernaan dan larutan natrium bikarbonat dari sel-sel khusus pankreas yang disebut sel asinus (acinu). Sedangkan fungsi endokrin pankreas adalah memproduksi dan melepaskan hormon insulin, glucagon, dan somatosin. Hormon ini masing-masing diproduksi oleh sel-sel khusus yang berbeda di pankreas yang disebut Pulau Langerhans.

Pankreas merupakan kelenjar eksokrin (pencernaan) sekaligus kelenjar endokrin. Bentuk pankreas menyerupai seperti ikan. Pankreas ini sekitar panjang 15 cm dan sekitar 3,8 cm lebar. Pankreas meluas sampai ke bagian belakang perut, di belakang daerah perut dan melekat ke bagian pertama dari usus yang disebut duodenum. Sebagai kelenjar endokrin, menghasilkan hormon seperti insulin, somatostatin dan glukagon dan sebagai kelenjar eksokrin yang mensintesis dan mengeluarkan cairan pankreas yang mengandung enzim pencernaan yang selanjutnya diteruskan ke usus kecil. Terdapat 3 enzim utama yang dilahirkan oleh sel-sel asinus pankreas yaitu Enzim Proteolitik, amylase , dan lipase pankreas.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Andrianto, Petrus. 1990. *Guyton Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. Jakarta : EGC 11
2. Corwin, Elizabeth J. 2009. *Buku Saku Patofisiologi*. Jakarta : EGC.
3. Greenstein, Ben dan Diana Wood. 2010. *At A Glance Sistem Endokrin*. Jakarta : Erlangga
4. Sherwood, Lauralee. 2002. *Fisiologi Manusia : Dari Sel Ke Sistem*. Jakarta:EGC
5. Syaifuddin. 2013. *Fisiologi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta : Salemba Medika.