

1979

IKIP PADANG

PAKSIAS KEDURUAN TIMU KCOLAHIRAGMAN

dr B a h a r K i r e m

dr N a d i e r B

O l e h

PERUSAHAAN DAN  
KOLEKSI BICARA LIND  
TIDAK DITERTAKAN  
INDONESIA

360/Hd/80

KIP 130592 262

*Des S...*  
*[Signature]*  
FCK-1KIP



F I S I O L O G I P E

f-1  
Maf  
0105

## KATA PENGANTAR

Fisiologi Pencernaan disusun mengingat : kekurangan buku bacaan menyangkut ilmu ini yang tersedia, membantu kesukaran yang dialami mahasiswa dan memperlancar jalannya perkuliahan mahasiswa. Didorong oleh keadaan tersebut maka Fisiologi Pencernaan ini dalam menyusun/mengolah berpedoman kepada pengalaman studi terhadap beberapa buah buku yang ada dan pengalaman memberi kuliah walaupun demikian kami belum merasa puas sampai disini. Berkeyakinan pula masih terdapatnya kejanggalan dan kekurangan, maka untuk ini kami harapkan keritik membangun dan sehat. Mudah mudahan buku ini ada manfaatnya.

Padang , Awal Pebruari 1979

dr N a d i a r . B .

NIP 130337516

Dosen Fisiologi FKIK IKIP Padang

Keputusan Menteri P Dan K .R.L.

No : 706/UP/I/IKIP-1977.

P. E. N. C. E. R. A. N.  
( TRACTUS GASTRO INTESTINALIS )

Pendahuluan.

Kebanyakan bahan makanan tidak dapat langsung dipergunakan oleh organisme, akan tetapi terlebih dahulu harus dirobah menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sebelum dapat diserab oleh saluran pencernaan.

Pemecahan bahan makanan alamiah menjadi bentuk yang lebih sederhana dan dapat dipergunakan oleh tubuh adalah suatu proses pencernaan. Perubahan kimia dalam proses ini diperoleh dengan bantuan enzim-enzim pencernaan yang terdapat dalam saluran pencernaan tersebut. Enzim-enzim ini pada umumnya sebagai katalisator hidrolisis dari protein menjadi asam amino, karbohidrat menjadi monosakarida dan lemak menjadi glycerol dan asam lemak.

Mineral-mineral dan vitamin-vitamin dari bahan makanan terlebih dahulu dijadikan bentuk yang lebih cocok untuk diserab.

Fase primer dari saluran pencernaan adalah untuk mencukupi tubuh akan bahan-bahan makanan, air, dan elektrolit secara terus menerus. Akan tetapi sebelum makanan itu dapat dipergunakan, maka makanan itu digerakan melalui saluran pencernaan dengan kecepatan yang optimal untuk fungsi digesti dan absorpsi.

Oleh karena itu pembicaraan dari Tractus Gastrointestinalis terdiri dari 5 fase yang berbeda, yaitu :

- I. Gerakan makanan melalui Tractus Alimentaryus.
- II. Sekresi cairan yang penting untuk digesti.
- III. Absorpsi makanan yang telah dicerna, air dan elektrolit.

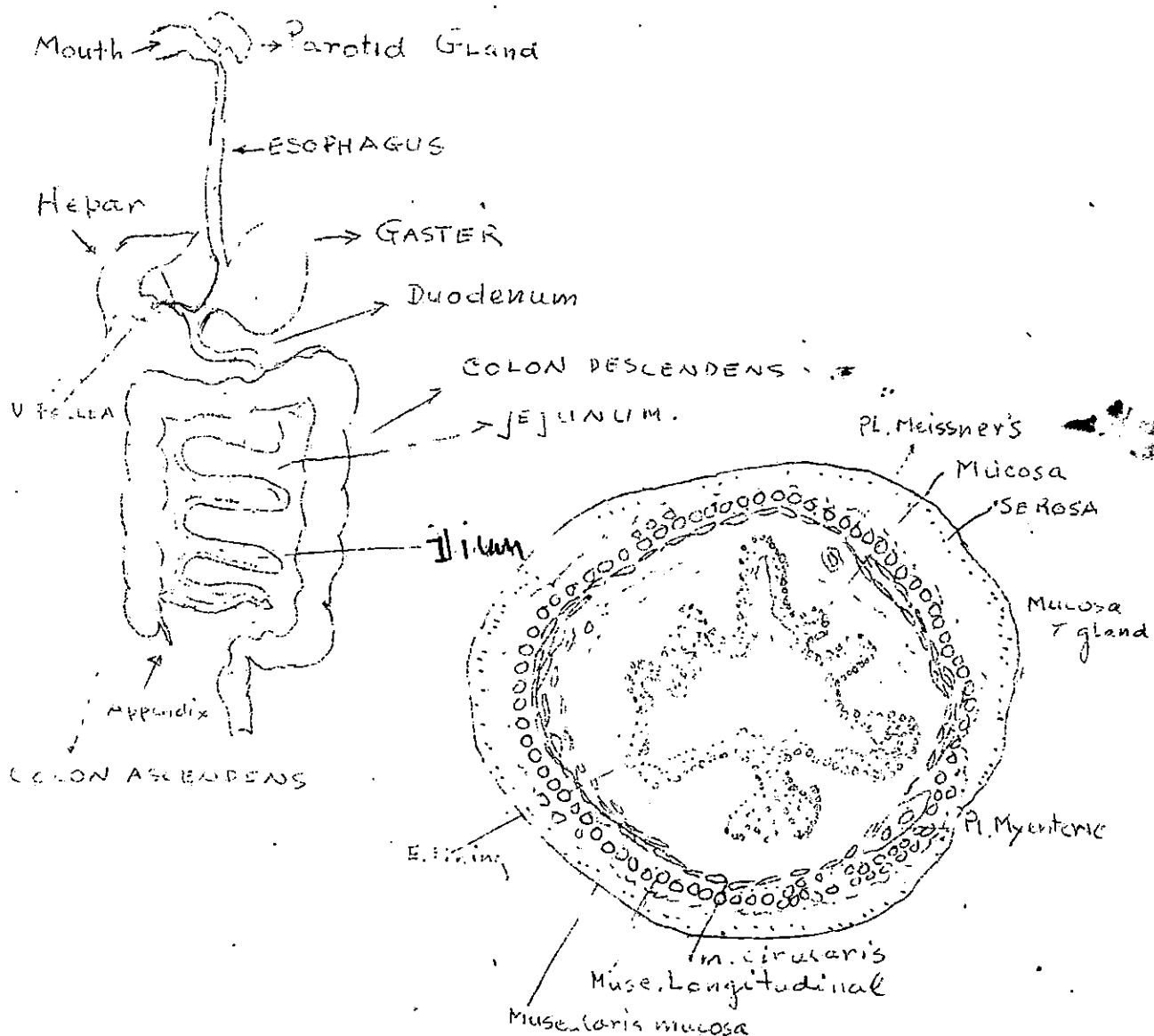
Salah satu aspek terpenting dari tractus gastrointestinalis adalah proses proses autorregulasi yang berwujud gerak dalam usus untuk menjaga agar gerak makanan berlangsung dalam irama yang tepat cukup lambat untuk digesti dan absorpsi, akan tetapi cukup cepat untuk menyediakan makanan yang diperlukan oleh tubuh.

## Sistem Alimentaryarius

Seluruh sistem alimentarius (mulut, oesophagus, gaster, duodenum, jejunum, ileum, colon dan anus). Tiap tiap bagian mempunyai perbedaan anatomi yang disesuaikan untuk suatu fungsi yang spesifik, misalnya :

1. Perpindahan makanan dari satu tempat ke tempat lain, umpamanya oesophagus.
2. Penerimaan makanan, umpamanya di corpus gaster atau bahan feces di colon descendens.
3. Digesti makanan di gaster, duodenum, jejunum dan ileum.
4. Absorpsi hasil akhir digesti di seluruh intestinum tenue dan bagian proximal colon.

Gambar 1. Tractus Alimentaryarius



16/19.

GAMBAR. 2. -

... MELALUI ERACOTUS ...

Sifat otot like dinding saluran pencernaan :

Gambar 2 mengambarkan potongan like dari dinding intestinum yang mem- perlihatkan lapisan 3 pis... dari luar ke-dar terdiri dari :

- 1. Serabut
  - 2. Lapisan otot longitudinal
  - 3. Lapisan otot melingkar
  - 4. Sub- mukosa
  - 5. Mucosa
- Sub- mukosa terdapat lapisan otot polos, muscu- laris mucosa yang terletak dalam lapisan mucosa.

Sel-sel motorik dari usus dilubuk oleh lapisan otot yang bermacam-macam.

Serabut-serabut otot ini satu-ot berdekatan satu dengan lain. Like like 12% dari membrannya berfusi dengan membran serabut didekatnya membentuk nexuses dan sebagian besar sisi membran sel dari serabut-serabut yang berdekatan terletak berhadapan dengan jarak sangat dekat.

- Pengaluran dari transport ion melalui daerah-daerah yang berdekatan ini menunjukkan tahanan listrik yang sangat rendah sehingga arus listrik intraselluler dapat dengan mudah berjalan dari satu serabut ke lain serabut, sehingga otot-otot ini merupakan syncytium fungsional yang berarti bahwa signal listrik yang bermula dari satu serabut otot pada umumnya diteruskan dari satu serabut ke serabut.

Otot polos gastrointestinal mengalami aktivitas listrik secara kontinu. Meskipun aktivitas ini tidak teratur tetapi semuanya mempunyai bentuk dasar yaitu gelombang lambat dan spike, dapat dilihat pada gambar 3. Gelombang lambat mempunyai frekwensi 3 s/d 12 per menit dan membentuk gerakan osilasi yang kontinu dan terdapat pada membran otot polos. Gelombang lambat ini bukan potensial "all or nothing" tetapi dapat bervariasi dengan besarnya intensitas.

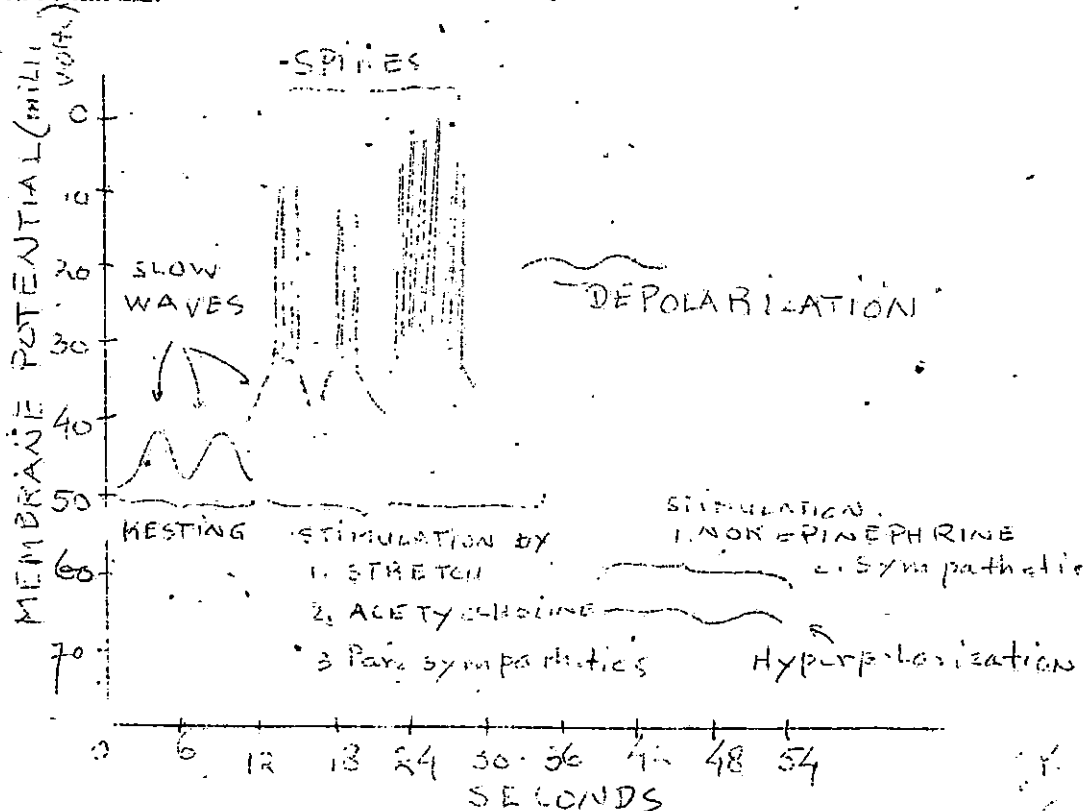
Bilamana otot dirangsang oleh kolinergik (acetylcholin) atau oleh stimulasi parasimpatik maka resting potensial membran serabut menjadi lebih positif yaitu dari potensial gelombang lambat normal rata-rata 50 sampai 40 millivolt menjadi kurang negatif karena proses depolarisasi.

Bila depolarisasi meningkat diatas 40 millivolt, maka terlibat spike pada puncak gelombang lambat, frekwensi spike meningkat progresif dan meningkatnya resting potensial. Akan tetapi dengan rangsangan yang sangat kuat, bilamana membran potensial membran sampai 15 s/d 20 millivolt, maka

Fast spike menghilang karena membran mengalami depolarisasi total.

Gambar 3 juga melukiskan bahwa rangsangan otot polos oleh epinephrin atau eksitasi simpatik akan menurunkan resting membran potensial ke harga hyperpolarisasi yaitu mendekati 70 millivolt dimana aktivitas listrik demikian pula aktivitas mekanis otot polos mendekati harga nol.

Gambar 3.



Sebagian besar kontraksi usus timbul sebagai jawaban spike potensial.

Hampir tidak ada kontraksi terjadi sebagai akibat gelombang lambat, kecuali bila diatasnya ada spike potensial. Sehingga spike di-umpamakan sebagai action potensial potensial pada otot rangka dan yang terjadi sebab timbulnya perubahan potensial membran sehingga timbul kontraksi.

Kontraksi ini terutama disebabkan oleh masuknya Calcium melalui membran cell kedalam otot polos dan menimbulkan reaksi antara MYOSIN dan ACTIN.

Mungkin juga anggapan bahwa tambahan Calcium diberikan oleh membran sel atau dari mitochondria dalam sel ( anggapan yang masih diragukan )

Otot polos gastrointestinal menimbulkan kontraksi TONIK dan RYTHMIK yang dibicarakan dalam bab otot.

Kontraksi tonik adalah kontinu dapat ber-menit-menit sampai berjam-jam kadang-kadang intensitetnya meningkat, kadang-kadang menurun. Dianggap kontraksi ini disebabkan oleh satu seri spike potensial, dimana frekuensi spike menentukan besarnya kontraksi tonik.

Intensitet kontraksi tonik pada tiap segmen usus menentukan besarnya

tekanan tetap dalam segmen, sedangkan kontraksi tonik sphinter menentukan

jumlah tekanan yang diberikan di sphinter kepada gerakan isi usus.

Dengan cara ini sphinter pylori, ileocecal dan anal membantu mengatur gerakan makanan di usus.

Dalam berbagai bagian usus berkontraksi rythmis ini mempunyai irama tercepat 12 kali permenit dan terlambat 3 kali permenit. Ini juga merupakan frekwensi dari gelombang lambat di segmen ini, dimana gelombang lambat ini merentakan irama kontraksi. Kontraksi ini menentukan fungsi fisik tractus gastrointestinal misalnya pencampuran makanan dan propulsi peristaltik makanan.

#### PERSYARAFAN -- PLEXUS L. TRAMULARIS

Dalui dari dinding oesophagus sampai anus terdapat plexus intramularis yang terdiri dari dua lapisan neuron dan serabut penghubung secukupnya.

Lapisan luar disebut PLEXUS MYENTERICUS atau plexus dari Auerbach terletak diantara lapisan otot memanjang dan melingkar.

Lapisan dalam disebut plexus submucosus atau plexus dari Meissner terletak di-submucosa.

Plexus Myentericus khusus berfungsi motorik dan lebih extensif, sedangkan plexus submucosus adalah sensorik dan menerima signals terutama dari epitel usus dan dari reseptor tegangan ( stretch receptors ) di dinding usus.

Selada umumnya rangsangan plexus myentericus meningkatkan aktivitas usus dengan 4 prinsip dasar :

1. Meningkatkan kontraksi tonik atau tonus dinding usus.
2. Meningkatkan intensitet kontraksi berirama.
3. Meningkatkan frekwensi kontraksi berirama.
4. Meningkatkan kecepatan konduksi dari gelombang eksitasi di dinding usus.

Disamping itu beberapa serabut myentericus adalah serabut inhibisi, kemungkinan adalah serabut adrenergik sedang serabut excitasi adalah cholinergik

Plexus l. tramularis seluruhnya bertanggung jawab terhadap terjadinya banyak reflex neurogen yang timbul secara lokal di usus, misalnya reflex epitel mucosa yang meningkatkan aktivitas otot usus atau menyebabkan sekresi lokal dari cairan digesti oleh kelenjar mucosa. Plexus ini juga sangat erat hubungannya dengan koordinasi gerakan motorik tractus gastrointestinalis.

Tractus gastrointestinalis menerima inervasi yang sangat extensif dari parasimpatik dan simpatik yang mampu merubah aktivitas seluruh usus atau se bagian ( khusus bagian atas sampai gaster dan dibagian distal sampai regio colon tengah terus ke anus ) .

Innervasi para sympatik.

Sistim parasympatik untuk usus dibagi atas bagian cranial dan sacral. Kecuali untuk beberapa serat ke mulut dan regio pharynx maka bagian cranial serabut parasympatik diteruskan lewat Nervus vagus. Serat ini memberi inervasi extensif ke oesophagus dan gaster dan kurang extensif ke intestinum tenue, vesica fellea dan bagian separo atas dari intestinum crassum. Bagian sacral berasal dari segmen sacralis I, II, III dan IV columna spinalis dan membentuk nervi erigentes ke bagian distal dari separo intestinum crassum. Bagian sygmoid, rectum dan anus lebih banyak menerima serabut parasympatik daer pada bagian lain. Serabut ini khusus berfungsi dalam reflex defacasi . Neuron post ganglionik dari sistim parasympatik adalah bagian dari plexus myentericus, sehingga rangsangan parasympatik menyebabkan kenaikan secara umum dari aktivitas plaksus, kemudian menyebabkan eksitasi dinding usus dan fasilitas dari sebagian besar intrinsik tractus gastrointestinal.

Innervasi sympatik.

Serabut sympatik untuk gastrointestinal berasal dari columna spinalis antara segmen T<sub>8</sub> s/d L<sub>3</sub> . Serat-serat preganglionik sesudah meninggalkan columna spinalis masuk kedalam rantai sympatik dan berakhir pada ganglion diluarnya, seperti ganglion colica dan berbagai ganglion mesenterico. Disini terletak serat2 postganglionik dan akan mengikuti urat darah kesemua bagian usus. Secara umum berlaku bahwa rangsangan sistim syaraf sympatik menghambat aktivitas tractus gastrointestinalis, menyebabkan gejala yang berlawanan dengan sistim parasympatis. Akan tetapi sistim sympatis menimbulkan gejala eksitasi ; yaitu 1) spincter ileocecal dan 2) spincter anal interna. Jadi rangsangan kuat sympatik akan menghambat secara total gerakan makanan melalui trac. gastrointestinalis, dengan inhibisi dinding usus dan oleh eksitasi paling sedikit 2 spincter terpenting dari gastro intestinalis.

Denervasi sistim sympatik hanya mempunyai pengaruh sementara terhadap dan sistrac. gastrointestinalis yang memperlihatkan bobot pengaruh sistim



...denervasi parasimpatis yang ...  
...aktivitas, dan ...  
...berhenti-tahun.  
...di usus, beberapa diantaranya  
...di plexus subucosa dan berakur terutama di plexus myo-  
...terium ...  
...adanya lenter spesifik dalam usus.  
...eksitasi ...  
...testinum.

**LAGI GEJARA PADA TRACTUS GASTROINTESTINALIS.**

1. Gerakan aduk, yang berasal dari isi dari usus terus beresapur.  
Gerakan aduk ini terdapat disebagian besar tractus gastrointestinalis.  
Gerakan ini disebabkan oleh gerakan peristaltik atau kontraksi lokal dari segmen kecil dari usus. Gerakan ini mengalami modifikasi di berbagai bagian tractus gastrointestinalis untuk melakukan peranan yang tepat di bagian tersebut.

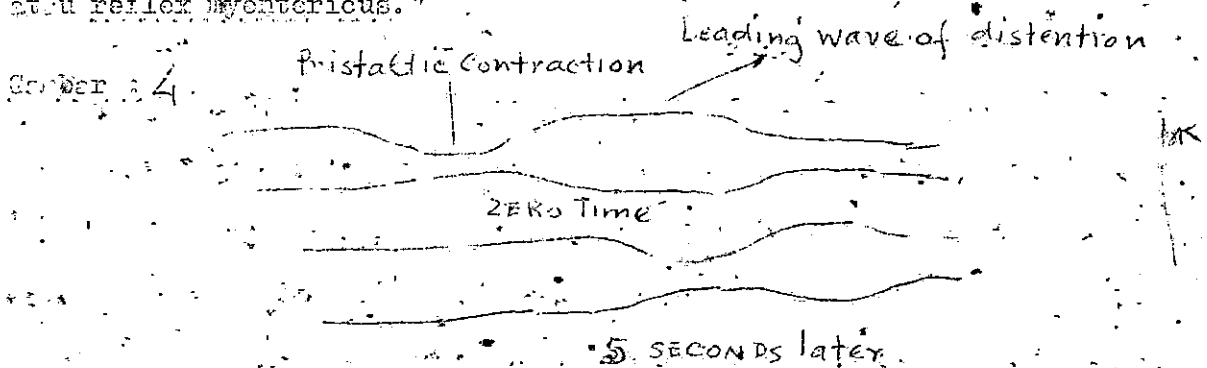
2. Gerakan mendorong ( propulsi peristaltik ), yang menyebabkan bahan bergerak maju dengan kecepatan tertentu cukup untuk digesti dan absorpsi.  
Gerakan propulsi dasar dalam tractus gastrointestinalis adalah peristaltik. Suatu cincin kontraksi timbul menyelimuti usus yang kemudian bergerak maju. Peristaltik adalah sifat inherent dari setiap tabung otot polos syncytium, dan rangsangan pada setiap titik akan menyebabkan setiap cincin kontraktile bergerak kedua arah. Jadi peristaltik akan terdapat pada:  
a. Tractus gastrointestinalis, b. Saluran empedu, c. Saluran salivaria, lendir di tubuh, d. ureter dan e. tabung otot polos lainnya di tubuh.

Stimulus untuk peristaltik biasanya adalah distensi, yaitu pengumpulan makanan dalam jumlah yang banyak disetiap tempat di usus. Distensi ini merangsang dinding usus 2-5 cm diatas titik itu dan terjadi cincin kontraktile yang kemudian menimbulkan gerakan peristaltik.

**Fungsi plexus myentericus dalam peristaltik.**

Meskipun peristaltik adalah gerakan dasar dari setiap tabung otot polos pada tractus gastrointestinalis yang secara congenital tidak mempunyai plexus myentericus hanya timbul saat kelahiran. Karena itu pada usus yang dilahirkan tropic suatu ...

gerakan ini sangat lemah atau mengalami block total. Karena plexus ini berada dibawah pengaruh parasimpotik, maka intensitas peristaltik dan kecepatan konduksi dapat dirobah karena rangsangan parasimpotik. Sehingga meskipun fenomena dasar peristaltik tidak tergantung pada plexus myentericus, peristaltik yang efektif memerlukan suatu plexus yang aktif. Secara teoritis peristaltik dapat terjadi kesemu arah dari suatu titik tertentu, tetapi kenyataannya akan menghilang secepatnya kearah oral, sodan kearah anal berlanjut terus. Sebab timbulnya transmisi yang satu jurusan tidak mudah ditentukan. Beberapa ahli ilmu fa'al mengemukakan ' Law of the gut ' ( Relaksasi reseptif atau hukum dari usus ; Mereka percaya bahwa penyebab dari gerakan peristaltik yang banyak searah ialah organisasi khusus dari plexus myentericus . Suatu rangsangan listrik menyebabkan cincin kontraktil timbul dekat tempat stimulus, tetapi pada waktu yang sama kadang2 menyebabkan relaksasi yang disebut relaksasi reseptif beberapa cm lebih kebawah kearah anus. Diduga bahwa relaksasi ini hanya akan terjadi karena alihbet konduksi di plexus myentericus. Jelaslah bahwa suatu gelombang relaksasi reseptif yang mendahului akan memudahkan terjadinya gerakan makanan kearah anal daripada kearah oral. Jawaban terhadap rangsangan listrik ini disebut hukum usus atau reflex myentericus.



**Theory Gradient.**

Berdasarkan atas kenyataan bahagian atas trac.gastrointestinal beraktivitas lebih tinggi dari pada bahagian bawah. Misalnya irama kontraksi dasar di duodenum : 11 x / menit sodan di ileum 6-7 x / menit . Fenomena pula sekresinya, sehingga dengan distensi usus akan lebih banyak menimbulkan peristaltik di bagian bawah. Karena itu gerakan peristaltik akan diteruskan kearah anal daripada kearah oral. Hal ini analog dengan fungsi ' pacemaker ' pada jantung.

## Masuknya makanan

Banyaknya makanan yang dimasukkan seseorang ditentukan semata-mata oleh keinginannya secara intrinsik akan makanan yang kita sebut peristiwa lapar, dan jenis makanan yang disukainya ditentukan oleh appetite ( selera ).

Mekanisme ini adalah sistim pengendalian otomatis yang sangat penting bagi mempertahankan kebutuhan makanan untuk tubuh.

Mekanisme sesungguhnya cara masuknya makanan yaitu mastication ( mengunyah ) dan swallowing ( menelan ) .

## Mengunyah :

Gigi mempunyai tugas mengunyah makanan .Dikenal 32 buah gigi orang dewasa yang terdiri dari : 12 dens molaris , 8 dens premolaris, 4 dens caninus dan 8 dens incisivus .Gigi bagian depan ( incisivus ) berfungsi memotong sedangkan molar berfungsi menghaluskan ( grinding ) .

Seluruh otot-otot rahang dapat menutupkan gigi dengan kekuatan 55 pound pada incisivus dan 200 pound pada molar.

Sebagian besar otot untuk mengunyah di-sarafi oleh N.V cabang motorik dan peroses mengunyah dipengaruhi oleh pusat di otak bagian belakang.

Rangsangan formatio reticularis dekat pusat rasa di otak bagian belakang akan menimbulkan gerakan mengunyah berirama secara kontinu. Demikian pula pada rangsangan hypothalamus nucleus Amygdalae dan malahan di cortex cerebri dekat daerah sensorik untuk rasa dan bau akan menyebabkan gerakan mengunyah. Kebanyakan proses mengunyah adalah disebabkan timbulnya reflex mengunyah yang disebabkan adanya bolus makanan di mulut menyebabkan reflex inhibisi dari otot untuk mengunyah sehingga rahang bawah jatuh kebawah.

Jatuhnya rahang ini menimbulkan stretch reflex dari otot rahang yang menyebabkan terjadi kontraksi rebound ,secara otomatis akan menaikkan rahang guna menutup gigi dan mengkompresi bolus pada pinggirin mulut, serta membuat rahang jatuh dan mengalami rebound lagi berikutnya. Sehingga kejadian ini terjadi berulang -- ulang. Proses mengunyah ini sangat penting sebab membran sellulosa yang ada pada sayuran mentah atau buah2an dihancurkan dulu secara mekanik baru dapat dimanfaatkan.

Mengunyah akan membantu terjadinya digesti disebabkan oleh :

1. Enzym digesti bekerja pada permukaan potongan makanan, jadi digesti bergantung pada luasnya permukaan total yang dihadapkan pada sekresi intestinal.

2. Penghalusan makanan akan meniadakan exoriasi dari tr. gastrointestinalis dan mempermudah pengosongan lambung.

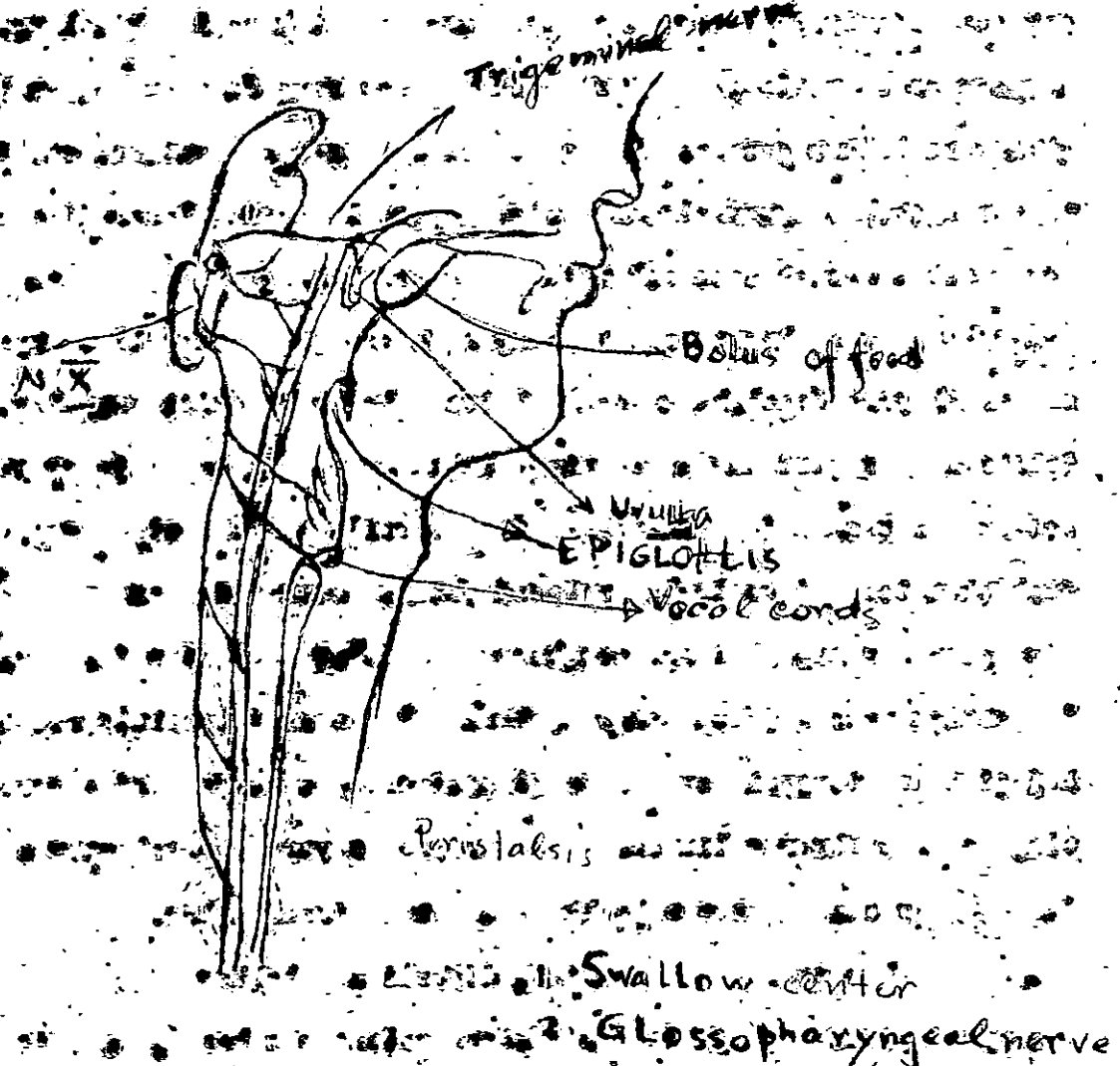
### Gerakan menelan

Menelan adalah gerakan yang sangat kompleks. Pharynx berfungsi respirasi dan menelan.

Sad umumnya menelan dibagi dalam :

1. Fase sadar yang memulai proses menelan.
2. Fase pharynx yang tidak sadar dan terdiri atas lewatnya makanan melalui pharynx ke dalam oesophagus.
3. Fase oesophagus juga tidak sadar dan adalah fase yang menyebabkan makanan dari pharynx masuk ke gaster.

Fase sadar dari gerakan menelan :- Bila makanan siap untuk ditelan, maka secara sadar makanan tersebut diperas dan digulung kearah belakang mulut oleh tekanan lidah keatas dan kebelakang menekan pada palatum seperti terlihat pada gambar 5.



### MEKANISME MENELAN

Fase pharynx

Bila bolus didorong kebelakang mulut terjadi rangsangan pada daerah reseptor menelan disekeliling lobang pharynx terutama pada tonsil-tonsil, dan impuls dari tempat ini menuju kebatang otak untuk menimbulkan satu seri kontraksi otot pharynx secara otomatis sebagai berikut :

1. Palatum molle tertarik keatas untuk menutup lobang belakang dengan demikian reflux makanan kedalam lobang hidung.
2. Lipatan palatopharyngeal pada kedua sisi pharynx tertarik kearah tengah untuk saling mendekat, dengan jalan ini lipatan-lipatan tersebut membentuk saluran sagital melalui ini makanan harus lewat ke pharynx belakang. Lekukan atau saluran ini bekerja selektif yang meneruskan makanan yang telah cukup dikunyah, selain itu menolak lewatnya benda2 yang masih besar. Kerena fase ini berlansung hanya satu detik bahan yang besar dicegah benar masuk kedalam oesophagus.
3. Pita suara di larynx menutup secara keras dan epiglottis bergerak kebelakang menutup lobang superior larynx. Kedua gerakan ini mencegah masuknya makanan kedalam trachea.
4. Larynx seluruhnya tertarik keatas dan kemuka oleh otot-otot yang terikat pada tulang hyoid, gerakan larynx ini meregangkan pintu oesophagus. Pada waktu yang sama bagian atas... lebih kurang 3 s.d 4 cm oesophagus yang disebut sphinter oesophageal atas atau sphinter pharyngooesophageal berelaksasi sehingga makanan dengan mudah masuk dari pharynx belakang-kebagian atas oesophagus. Sphinter ini diantara gerakan menelan tetap tertutup secara kuat dan tonis untuk mencegah masuknya udara kedalam oesophagus selama respirasi. Gerakan larynx keatas juga mengangkat glottis keluar dari utera makanan, sehingga makanan lewat kedua sisi epiglottis dan tidak distas permulrannya. Keadaan ini adalah proteksi lain terhadap lalunya makanan kedalam trachea.
5. Pada waktu larynx bergerak keatas dan sphinter pharyngooesophageal berelaksasi maka otot2 constrictor superior dari pharynx berkontraksi dan menimbulkan gelombang peristaltik kearah bawah melalui otot pharynx terus kedalam oesophagus, yang juga mendorong makanan kedalam oesophagus. Secara ringkas trachea tertutup, oesophagus terbuka dan gelombang peristaltik bermula di pharynx mendorong bolus makanan kedalam oesophagus bagian atas. Proses ini lamanya 1 s d 2 detik.

Senyawa kimia persyarafan dari fase pharynx.

Daerah yang sensitif untuk taktil di pharynx untuk menimbulkan fase pharynx adalah lingkaran yang mengelilingi pintu pharynx dan yang paling sensitif adalah tonsil. Impuls dari daerah ini diteruskan lewat nervus trigeminus dan glosopharyngeus bagian sensorik kedalam medulla oblongata berdekatan dengan tractus solitarius yang menerima impuls dari mulut.

Fase selanjutnya dari menelan diatur secara otomatis berurutan oleh daerah neuron di substantia retikularis dari medulla oblongata dan bagian bawah pons. Urutan menelan tetap akan sama begitupun waktunya. Daerah di H.O. dan pons bawah disebut pusat menelan. Impuls motorik dari pusat ini ke pharynx dan oesophagus yang menyebabkan gerakan menelan dibawah Nervi Cranialis I, V, IX, XII dan III malahan juga dari nervi cranialis superior.

Ringkasan fase pharynx adalah suatu reflex, tidak pernah timbul sendiri sebagai akibat rangsangan pusatnya, tetapi timbul oleh gerakan sadar dari makanan kedalam mulut belakang yang kemudian timbul reflex menelan.

Fase pharynx ini lamanya 1 - 2 detik dan menghentikan respirasi turang dari cyclus respirasi biasa. Pusat menelan yang menghambat respirasi, meskipun orang tersebut dalam keadaan berbicara, respirasi akan dihambat gerakan menelan, begitu singkatnya sampai tidak terasa.

Fase oesophageal dari menelan.

Fungsi oesophagus secara primer adalah mengantarkan makanan dari pharynx ke gaster dan gerakan2 yang ditimbulkan khusus untuk fungsi tersebut.

Normal oesophagus memperlihatkan dua bentuk gerakan : peristaltik primer dan peristaltik sekunder.

Peristaltik primer adalah lanjutan dari peristaltik yang berasal dari pharynx, gelombang ini dari pharynx ke gaster membutuhkan waktu 5-10 detik. Tetapi dalam keadaan berdiri makanan lebih cepat diangkut dari pada gelombang peristaltik itu sendiri kira-kira 4-3 detik karena ada gaya berat. Bila peristaltik primer gagal untuk membawa makanan ke gaster maka timbul peristaltik sekunder disebabkan distensi oesophagus oleh sisa makanan. Gelombang ini sama bentuk dan sifatnya kecuali asalnya dari oesophagus sendiri. Gelombang peristaltik-oesophagus ini dikendalikan seluruhnya oleh N. Vagus afferent maupun efferent.

Otot pharynx bagian atas oesophagus adalah otot rangka sehingga gerakan peristaltik disini dikendalikan oleh impuls syaraf rangka.

di duapertiga bagian bawah oesophagus ototnya terdiri dari otot polos tetapi dikendalikan oleh N.Vagus. Apabila N.Vagus dipotong maka plexus myentericus di oesophagus menjadi aktif sesudah beberapa hari dan menimbulkan peristaltik tanpa bantuan N.Vagus, sehingga pada paralyse reflex menelan makanan dapat didorong masuk ke oesophagus atas dan kemudian karena gaya berat dapat masuk ke gaster. Pada waktu peristaltik oesophagus mendekati gaster suatu gelombang relaksasi mendahului kontraksi. Selanjutnya seluruh gaster dan malahan duodenum berelaksasi pada waktu gelombang peristaltik mencapai akhir oesophagus. Yang terpenting adalah relaksasi dari sphinter gastrooesophageal terletak dibatas antara gaster dan oesophagus.

Secara otomatis tidak banyak berbeda dengan oesophagus. Tetapi fisiologis sphinter ini akan berkontraksi secara tonis. Bilamana peristaltik mendekati oesophagus maka sphinter ini berelaksasi sehingga makanan mudah didorong masuk gaster. Proses relaksasi ini disebut RELAKSASI RESEPTIF. Kadang-kadang sphinter ini tidak berelaksasi sempurna keadaan ini disebut "Achalasia". Fungsi sphinter ini yang lain ialah mencegah reflux makanan dari gaster kembali ke oesophagus. Isi gaster sangat asam dan terdapat banyak enzim proteolitik. Mucosa oesophagus kecuali seperdelapan bagian bawah tidak dapat menahan lama pengaruh dari sekresi gaster.

Selain sphinter mencegah kembalinya makanan juga menahan tekanan intra-gastrik yang meningkat (kecuali waktu muntah) akan menghasilkan reflux vagus yang lebih mengkontriksi sphinter untuk lebih bertahan terhadap reflux. Faktor lain yang dapat mencegah reflux ialah mekanisme katub dari bagian oesophagus yang berdekatan dengan diafragma. Tekanan intra abdominal yang sangat meningkat menekan oesophagus kedalam pada tempat ini bersamaan dimana tekanan abdominal meningkatkan tekanan intra-gastrik. Penutupan katup dari bagian bawah oesophagus mencegah tekanan tinggi dalam gaster untuk mendesak isi gaster masuk lagi kedalam oesophagus, kalau tidak maka setiap kita berjalan, batuk atau bernapas dalam kita akan mengeluarkan asam kedalam oesophagus.

#### FUNGSI MOTORIS LAMBUK .

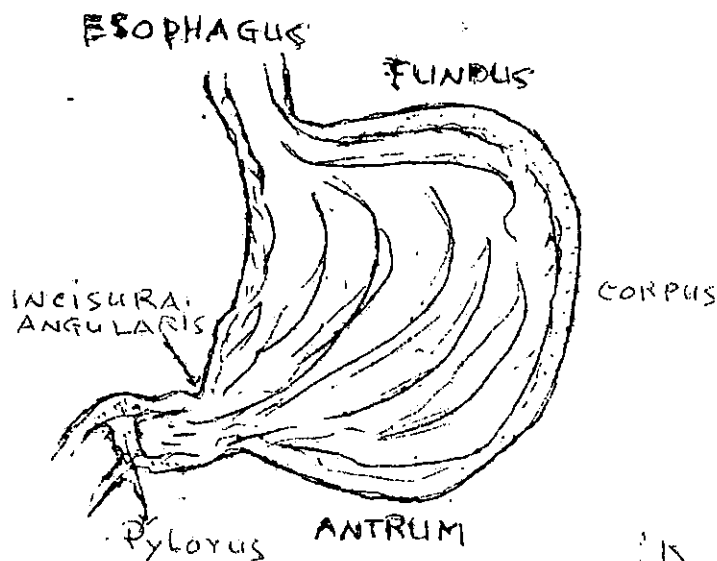
Fungsi motorik lambung dikenal 3 macam yaitu :

1. Tempat menyimpan makanan, pada saat makanan terlalu banyak bisa menyimpan sampai di bagian bawah tr.gastrointestinalis.

2. Mambat mencampur makanan dengan sekresi gaster sampai terbentuk campuran setengah cair ( chymus ) .

3. Untuk digesti dan absorpsi oleh intestinum tenue yang disebabkan oleh pengosongan yang lambat dari lambung terhadap makanan ke intestinum tenue.

Anatomi gaster : gambar 6 .



Secara feal gaster terbagi

dalam : 1. Corpus

2. Antrum

Fundus yang terletak dibagian atas kadang-kadang dianggap oleh ahli anatomi sebagai bagian terpisah dari corpus, tetapi secara fungsional adalah bagian dari corpus.

#### Fungsi penyimpanan

Sewaktu makanan masuk kedalam gaster maka makanan tersusun berbentuk lingkaran konsentris yang baru masuk dekat pintu oesophagus dan yang sudah lama dekat dinding gaster. Normal corpus gaster bertonus sangat lemah sehingga dapat menonjol sampai maksimal satu liter. Tekanan dalam gaster tetap rendah sampai mencapai batas maksimum yang disebabkan oleh tiga hal :

1. Otot dinding gaster sangat plastis yaitu dapat meningkatkan panjang tanpa merobah tonus.
2. Makin besar diameter gaster makin besar radius curvature. Pada tekanan tertentu daya tegangan dinding meningkat proporsional meningkatnya radius tersebut ( hukum laplace ) .
3. Tekanan dalam gaster menyebabkan reflex vagal yang menghambat aktivitas otot di corpus gaster.

#### Fungsi pencampuran

Sekresi gaster yang dihasilkan oleh kelenjar2 di corpus gaster berhubungan dengan makanan yang terletak di mucosa gaster. Bilamana gaster terisi maka gelombang konstriksi lemah atau gelombang pencampuran bergerak sepanjang dinding gaster setiap 20 detik. Sering kali gelombang ini mulai di bagian tengah gaster. Pada umumnya gelombang menghambat makin dekat antrum gaster. Gelombang ini berusaha membawa sekresi lambung dan lapisan



luar makanan ke arah antrum. Waktu masuk di antrum gelombang makin kuat makanan dan sekresi gaster bercampur sehingga berupa cairan.

Pintu pylorus sangat kecil, setiap ada peristaltik melalui antrum ke arah pylorus hanya beberapa milimeter isi antrum yang dapat dimasukan ke dalam duodenum setiap gelombang peristaltik. Tetapi sebagian besar isi antrum desmprot kembali melalui cincin peristaltik ke dalam corpus gaster. Jadi cincin kontraksi peristaltik bersama dengan reflux makanan adalah alat pencampur yang penting.

Hasil pencampuran makanan dengan sekresi gaster disebut CHYMUS.

Derajat cairan chymus bergantung pada banyaknya makanan dan sekresi gaster dan juga pada derajat digesti yang telah terjadi. Rupa dari chymus adalah setengah cair seperti susu atau pasta.

Gelombang peristaltik terjadi kira-kira 20% di antrum, gelombang ini seperti gelombang pencampur timbul setiap 20 detik, sebetulnya adalah lanjutan dari gelombang pencampur yang terjadi lebih kuat di antrum.

Bila gaster makin menjadi kosong gelombang ini makin menjauh ke atas sampai pada corpus, sedikit demi sedikit mendorong bagian terbawah dari makanan ke arah antrum. Gelombang peristaltik ini besarnya 50 - 70 cm H<sub>2</sub>O lebih kurang enam kali kuatnya dari pada gelombang pencampur biasa.

**KERUTAN LAPAR**

Kerutan lapar ( hunger contraction ) terjadi bila lambung dalam waktu lama berada dalam keadaan kosong dimana timbul kontraksi peristaltik yang berirama dari corpus gaster, apabila kuat gelombang-gelombang tersebut dapat berfusi menjadi kontraksi tetanik lamanya 2 - 3 menit.

Kerutan lapar ini biasanya lebih kuat pada orang muda dengan tonus yang masih tinggi, menjadi lebih kuat bila gula darah rendah. Pada kerutan lapar akan timbul sensasi nyeri didaerah gaster ( hunger pangs ) yang timbul 12 - 24 jam sesudah makan terakhir. Kelaparan hari ke 3-4 berintensitet lebih tinggi dan kemudian melemah kembali.

Pengaturan kontraksi lambung secara reflex .

Distensi gaster oleh makanan menimbulkan signal afferent vagus ke Medulla Oblongata dan secara reflex menghambat tonus dari daerah penyimpanan di gaster tetapi pada waktu yang sama meningkatkan sekresi lambung dan intensitas gelombang pencampur peristaltik .

Kalau cairan chymus lambung mengalir cepat penolongannya, sehingga cairan yang masuk dalam giston dapat cepat masuk ke duodenum, sedang yang lebih padat harus menunggu pencampuran dengan sekreta gaster.

#### GERAKAN DARI INTESTINUM TENUE .

- Dapat dibagi dalam :
1. Kontraksi pencampuran/pengadukan ( mixing ).
  2. Kontraksi pendorong ( propulsive ).

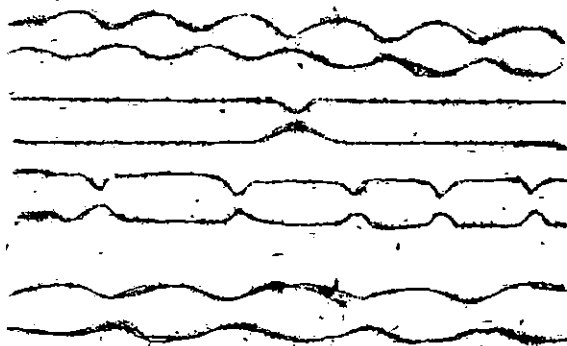
Biasanya gerakan yang terdapat adalah campuran dari kedua gerakan tersebut.

Kontraksi pencampuran = mixing = segmentasi .

Bilamana satu bagian intestinum terisi chymus dan mengalami distensi, maka timbul kontraksi lokal yang konsentris yang bergerak dalam interval.

Irama ini berkisar antara 11 - 12 per menit di duodenum sedangkan di ileum lebih mengurang 7 x per menit. Panjang longitudinal setiap kontraksi hanya 1 cm sehingga satu set kontraksi menyebabkan terjadinya segmentasi dari intestinum . ( perhatikan gambar yang dibawah ini ) .

Gambar : 7 gerakan segmentasi di intestinum tenue .



REGULARLY SPACED

ISOLATED

Irregularly spaced

Weak, regularly spaced

MK  
26/679

Bila satu set kontraksi berrelaksasi maka timbul satu set lain pada tempat lain diantara set kontraksi terdahulu. Dengan demikian terjadi pencampuran chymus yang intensif dengan sekresi intestinal. Kontraksi ini semata-mata bergantung pada plexus myentericus, meskipun pada block plexus masih terdapat gerakan lambat ( block dengan atropin ). Intensitet segmentasi dapat meningkat karena rangsangan parasimpatikus tetapi menurun oleh rangsangan sympatikus.

Gerakan pendorong ( propulsive ).

Chymus didorong maju di intestinum oleh gerakan peristaltik, kecepatan di intestinum tenue 0,5 s/d 5 cm per-detik, lebih cepat dibagian proximal dan terkecil di bagian terminal. Gerakan ini lambat dan biasanya hanya

bk.

bagian us untuk mencegah reflux isi gaster ke oesophagus.

bk.

beberapa cm sehingga gerakan chyus menjadi lambat hanya 1 cm per menit ini berarti 3 s/d 10 jam normal diperlukan untuk membawa chyus dari pylorus ke kutup ileocecal. Sesudah makan aktivitas peristaltik di intestinum meningkat, ini disebabkan oleh karena permulaan masuknya chyus di duodenum tetapi juga karena reflex gastroenterik yang timbul karena digesti gaster dan diteruskan lewat plexus myentericus ke intestinum. Reflex ini meningkatkan derajat eksitasi intestinum tenue termasuk motilitas dan sekresi.

#### Reflex peristaltik.

Sebab utama dari peristaltik di intestinum tenue adalah distensi. Tegangan di intestinum mengeksitasi reseptor di dinding usus timbul reflex myentericus lokal yang dimulai dengan kontraksi otot longitudinal sampai beberapa cm dan diikuti oleh kontraksi otot circular. Bersamaan proses kontraksi tersebut menyebar kearah anal oleh proses peristaltik. Gerakan peristaltik ini dipengaruhi oleh plexus myentericus karena pada block demikian dengan obat-obatan gerakan ini tidak timbul. Irritasi yang hebat seperti pada infeksi dapat menimbulkan "peristaltik rush" suatu peristaltik hebat sampai jarak jauh dalam beberapa menit. Isi intestinum dapat dikeluarkan cepat kedalam colon. Peristaltik disini selain mendorong chyus kebawah juga untuk menyebarkan chyus sepanjang mucosa intestinum, waktu mendekati valvula ileocecal maka chyus berhenti untuk ber-jan-jan sampai orang tersebut mulai makan lagi, waktu makan reflex gastroenterik atau gastroileal menguatkan peristaltik di ileum dan mendorong sisa chyus melalui valvula ileocecal masuk cecum.

Gerakan segmentasi mempunyai efek pendorong chyus meskipun hanya beberapa detik. Bedanya dengan peristaltik adalah, segmentasi hanya mengenai bagian yang sangat kecil dari intestinum sedangkan peristaltik mengenai bagian yang lebih panjang.

#### Gerakan oleh muscularis mucosa dan villi.

Muscularis mucosa yang dirangsang oleh reflex lokal di plexus intramuscularis dan oleh sympatik (tidak oleh parasympatik) dapat menyebabkan lipatan pendek maupun panjang di mucosa intestinalis. Demikian pula ada seret otot ini berlanjut keatas kedalam villi dan menyebabkan villi berkontraksi secara intermittent. Lipatan mucosa menimbulkan ketukan luas permukaan yang beraturan dan an chyus jadi lebih baik absorpsi.

Kontraksi villi dapat ditimbulkan oleh reflex lokal sebagai reaksi dari adanya chymus. Ada dugaan hormon villikinin yang merangsang villi, chymus yang berada di usus merangsang pengeluaran hormon villikinin dari mucosa dan diserab oleh darah kemudian mengaktifkan villi.

#### Kontraksi dan pengosongan kantong empedu .

Hepar memproduksi empedu yang disimpan dan dikonsentri di kantong empedu. Empedu akan keluar dari kantong empedu oleh adanya rangsangan khas dari lemak ; bila lemak dan protein masuk ke intestinum tenue maka terjadi ekstraksi hormon cholecystokinin dari mucosa dan lewat darah akan merangsang vesica fellea untuk berkontraksi rhytmis , disamping itu juga merelaksasi sphincter oddii. Setiap waktu bila suatu peristaltik melewati duodenum timbul dengan segera gelombang relaksasi melalui peristaltik tersebut juga akan merelaksai sphincter oddii. Jadi pengosongan kantong empedu adalah kombinasi dari cholecystokinin dan peristaltik intestinum.

#### Fungsi valvula ileocecalis.

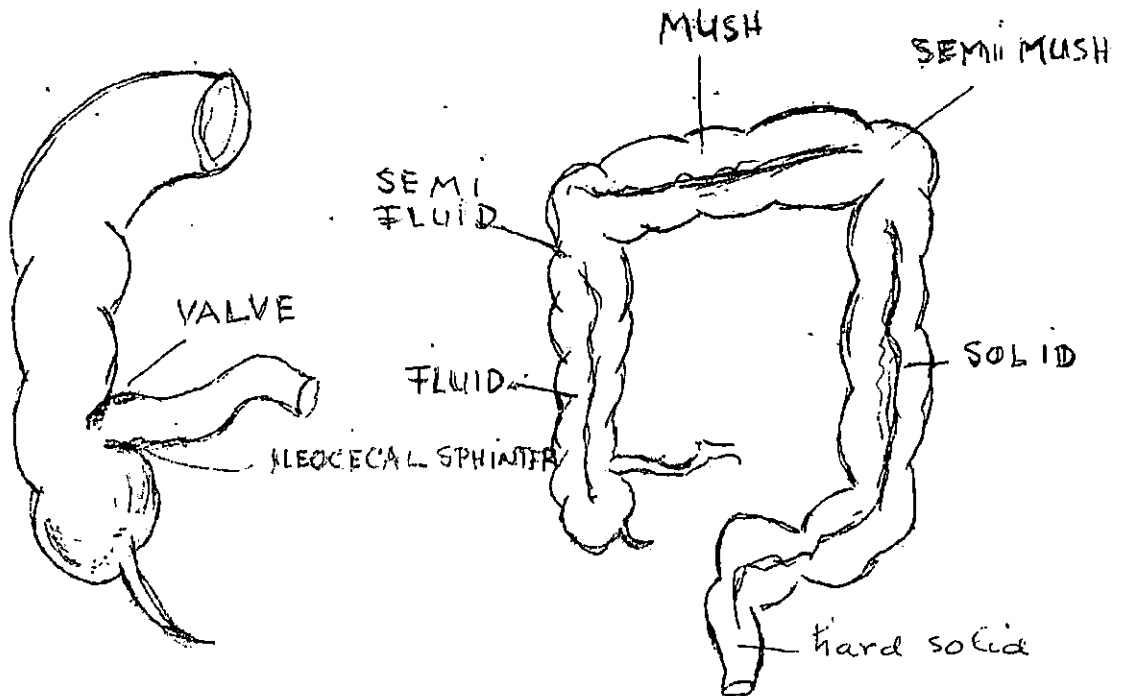
Tugas pokok dari katup ini adalah mencegah kembalinya faeces dari colon ke intestinum. Pada gambar no. 8 terlihat ujung dari valvula menonjol masuk kedalam lumen cecum yang akan mudah melakukan fungsi ini. Biasanya dapat bertahan sampai tekanan 50 s/d 60 cm H<sub>2</sub>O . Dinding ileum beberapa cm sebelum valvula mempunyai lapisan otot tebal dinamakan sphincter ileocecal. Normal berkontraksi lemah untuk menecruskan chymus secara lambat kecuali bila sesudah makan ada reflex gastroileal menaikkan peristaltik di ileum. Demikian gastrin mempunyai pengaruh relaksasi pada sphincter. Jumlah chymus sehari-harinya kira-kira 450 ml masuk dalam cecum.

Kontraksi sphincter terutama dikendalikan oleh reflex dari cecum.

Bilamana cecum berdistensi kontraksinya sangat kuat yang akan memperlambat pengosongan ileum. Demikian pula iritasi dari cecum akan menyebabkan kontraksi dari sphincter ( misalnya pada infeksi appendix ). Reflex ini dari cecum ke sphincter adalah melalui plexus myentericus.

Sebagai tambahan banyak reflex viscerosympatik ditimbulkan iritasi oleh bagian lain dari tr.gastrointestinalis misalnya dari ginjal, peritoneur dapat menyebabkan kontraksi hebat sphincter yang mengakibatkan terjadinya kelambatan atau menghentikan gerakan isi usus melalui valvula ileocecal .

Gambar : No.8 .



AK 26/6 79.

gb . 9 Absorptive and storage functions of large intestine

### Gerakan Colon .

Colon berfungsi : 1. Absorpsi air dan elektrolit dari chymus

2. Penyimpanan bahan faeces sampai waktu dikeluarkan

Bagian proximal dari colon berhubungan dengan absorpsi dan bagian distal dengan penyimpanan. Karena tidak diperlukan gerakan yang kuat maka gerakan colon adalah lambat, walaupun lambat masih dapat dibedakan dalam gerakan pencampuran dan gerakan pendorong.

### Gerakan pencampuran = mixing movements = haustrations .

Seperti segmentasi di usus kecil disini terjadi pula konstriksi circular di *intestinum crassum*, kadang-kadang konstrikasinya sampai menutup colon. Pada waktu bersamaan otot longitudinal yang terkumpul dalam tiga strip longitudinal disebut *taenia coli* berkontraksi. Kombinasi kontraksi circular dan longitudinal menyebabkan bagian yang tidak dirangsang dari colon menonjol keluar seperti kantong disebut haustrations.

Sekali ditimbulkan kontraksi mencapai puncaknya dalam 30 detik dan menghilang selama 60 detik berikutnya. Sesudah beberapa menit kemudian kontraksi haustrations baru timbul didaerah berdekatan tetapi bukan ditempat semula. Sebab itu bahan faeces di colon secara lambat digulung dan digali seperti orang mencangkul tanah. Sebab itu semua bahan faeces lambat

lain mengenai permukaan colon sehingga cairan di absorpsi sampai tersisa 80 ml dari 450 ml dalam sehari .

Gerakan pendorong : propulsive movement : mass movement .

Disini tidak terdapat peristaltik tetapi gerakan lain yaitu mass movement yang mendorong faeces kearah anus. Gerakan ini biasanya timbul beberapa kali sehari paling sering setelah 15 menit setelah makan pagi .

Mass movement ditandai : Terdapatnya kontriksi pada satu titik di colon yang mengalami distensi ( biasanya colon transversum ) dan kemudian segera 20 atau lebih cm dari colon bagian distal dari titik kontraksi akan berkontraksi sebagai satu unit mendorong faeces dibagian ini kearah bawah sebagai satu kesatuan . Selama proses ini haustration menghilang. Kontraksi ini selesai dalam 30 detik yang disusul dengan relaksasi selama 2-3 menit. Mass movement dapat terjadi dimana-mana yang sering di colon transversum dan descendens. Bilamana faeces telah didorong ke rectum maka keinginan defaecasi terasa. Timbulnya mass movement sesudah makan disebabkan sebagian oleh reflex gastrocolic dan duodenocolic. Reflex ini timbul karena distensi gaster dan duodenum. Meskipun syaraf autonom dihilangkan reflex ini masih timbul meskipun lemah. Kemungkinan reflex ini diteruskan lewat plexus myentericus, meskipun reflex melalui otonom akan memperkuat transmisi langsung ini. Kemungkinan hormon gastrin mempunyai pengaruh karena effect excitasi terhadap colon dan effect inhibisi pada valvula ilcocecal untuk cepat mengosongkan isi ileum ke dalam cecum . Irritasi di colon dapat juga menimbulkan mass movement misalnya dengan colitis ulcerativa terus menerus ada mass movement . Keadaan lain mass movement bisa timbul sebab rangsangan hebat pada parasimpatik atau distensi berlebih-lebihan dari segmen di colon.

D E F E K A S I ( defecation ) .

Sebagian besar dari fungsi rectum dalam keadaan kosong akibat dari kenyataan bahwa ada sphincter yang lemah tetap berfungsi kira-kira 20 cm dari anus yaitu diperbatasan antara sigmoid dan rectum. Akan tetapi dengan didorongnya faeces kedalam rectum, telah dimulai proses defekasi termasuk reflex kontraksi rectum dan relaksasi sphincter ani .

Pengeluaran faeces secara kontinu dari anus secara tonis dicegah oleh :

1. Sphincter ani externus otot bergaris sadar yang mengelilingi dan terletak distal dari sphincter internus dan dipengaruhi oleh sistim syaraf

## 2. Kontriksi sphinter ani internus dan otot circular dalam usus .

Biasanya defekasi timbul karena reflex defekasi : bila faeces masuk ke dalam rectum distensi dinding rectum menimbulkan signal afferent seluas meliputi plexus myentericus untuk memulai peristaltik di colon descendens, sigmoid dan rectum , mendorong faeces masuk anus. Bila peristaltik mendekati anus terjadi inhibisi sphincter ani internus karena relaksasi receptif dan bila sphincter berelaksasi akan timbul defekasi.

Karena reflex defekasi lerah dibantu oleh reflex lainnya yang meliputi sarnen sacralis columna spinalis ( perhatikan gambar 10 ) .

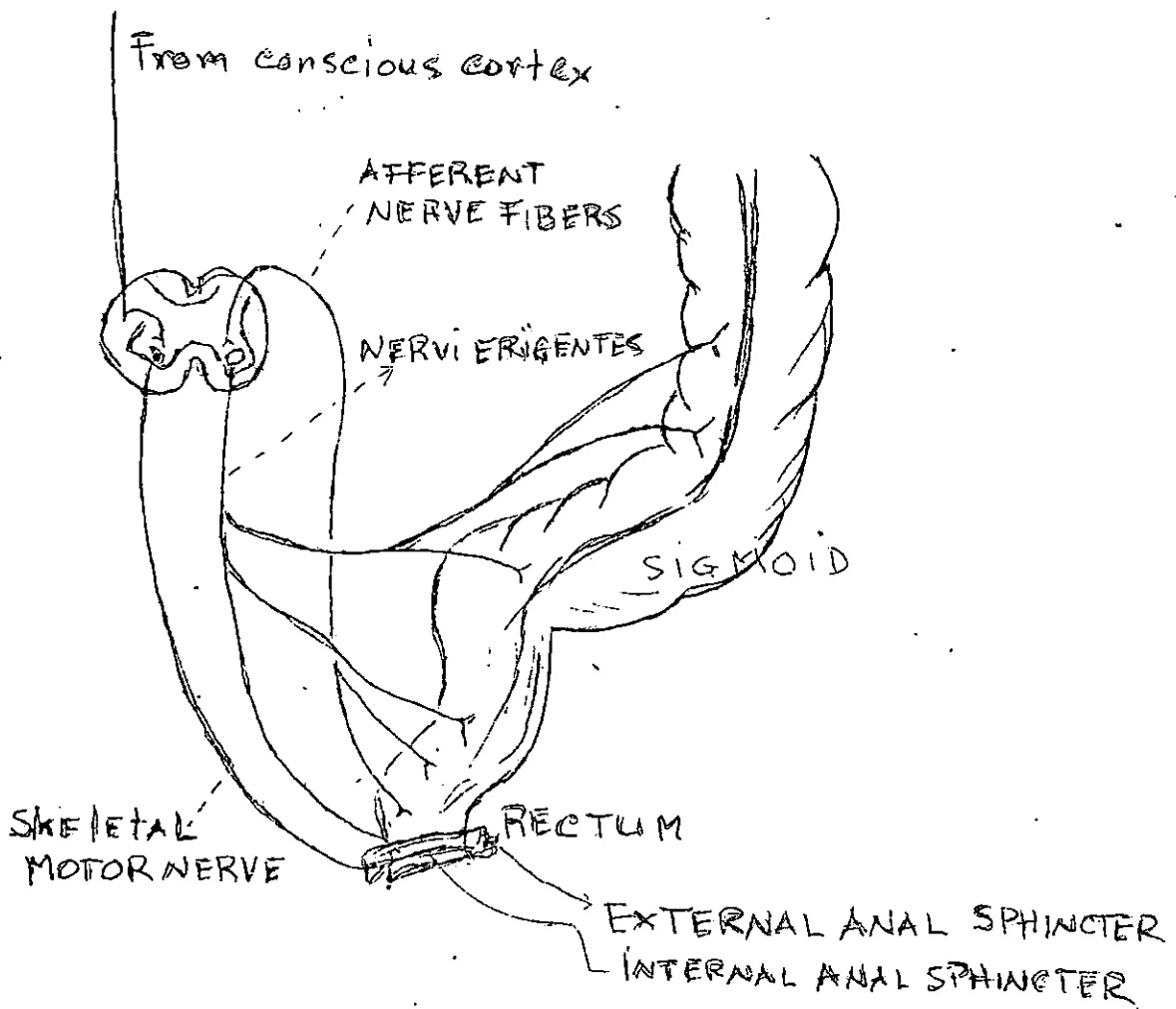
Bila syaraf afferent di rectum teransang signal ke columna spinalis dan secara reflex kembali ke colon descendens, sigmoid, rectum dan anus melalui parasimpatik di nervi erigentes, signal parasimpatik ini memperkuat reflex defekasi. Demikian dari columna spinalis ada efek lain seperti napas yang dalam , penutupan glotis dan kontraksi otot abdomen untuk mendorong faeces kebawah , sedang pada waktu yang sama menyebabkan lantai pelvis menarik keluar dan keatas pada anus untuk mengeluarkan faeces.

Diperlukan efek lain sebelum defekasi terjadi yaitu : relaksasi sphincter internus dan gerakan faeces kearah anus menimbulkan kontraksi sphincter externa . Kecuali pada bayi dan orang sakit mental pikiran sadar mengambil alih pengendalian sphincter externa dan menghambat dan menghambatnya atau berdefekasi terus bila keadaan secara sosial tidak memperkenankan berdefekasi. Bila kontraksi dipertahankan maka reflex defekasi menghilang sesudah beberapa menit dan tidak akan kembali lagi sebelum ada faeces cukup masuk dalam rectum yang mungkin ber jam jam lagi terjadi. Bila telah sesuai waktunya untuk defekasi reflex dapat ditimbulkan dengan napas dalam , kemudian kontraksi otot abdomen untuk meningkatkan tekanan di abdomen untuk mendorong faeces ke rectum hingga timbul reflex baru. Reflex yang timbul ini tidak pernah efektif.

Menghambat natural reflex akan sering mengalami constipasi. Pada bayi baru lahir dan orang mengalami transeksi columna spinalis reflex defekasi menyebabkan pengosongan otonatis rectum dan anus tanpa pengendalian dari kontraksi sphincter ani externus.

Gambar 10 di halaman 24 .

Gambar 10 . Serat serat afferent dan efferent dari mekanisme parasimpatik untuk menguatkan reflex defekasi .



26 Juni 1979.

BK/NAD



## FUNKSI SEKRETORIK TRACTUS GASTROINTESTINAL

Kelenjar sekretorik diseluruh tractus gastrointestinalis mempunyai fungsi :

1. Mengeluarkan enzim-enzim digesti mulai dari mulut sampai ileum bagian distal
2. Mucosa yang dikeluarkan oleh glandula mucosa mulai dari mulut sampai anus untuk lubrikasi dan proteksi semua bagian tractus gastrointestinalis.

Sebagian besar dari sekresi digesti dibentuk hanya sebagai reaksi dari adanya makanan dalam saluran pencernaan dan jumlah yang disekresi dalam setiap segmen hampir selalu dengan jumlah yang diperlukan untuk pencernaan optimal. Enzim yang disekresi oleh bagian tractus gastrointestinalis bervariasi sesuai dengan makan yang masuk.

### Prinsip umum sekresi gastrointestinalis.

Bentuk anatomis dari macam kelenjar ;

1. Goblet cells - glandula mucosae tunggal
2. Glandula tabularis di crypte Lieberkuhn
3. Glandula tabularis yang lebih panjang di gaster
4. Glandula salivarius
5. P a n c r e a s
6. L i v e r

### Mekanisme dasar dari rangsangan kelenjar gastrointestinalis

Pengaruh dari rangsangan lokal, adanya makan dalam satu segmen menyebabkan kelenjar segmen tersebut dan sering juga dari daerah berdekatan mengeluarkan cairan pencernaan secukupnya. Sebagian dari effect local ini disebabkan karena kontak langsung makanan dengan kelenjar misalnya goblet cell; Akan tetapi kebanyakan rangsangan local timbul dengan jalan :

- a. Rangsangan taktil atau iritasi kimia dari mucosa menimbulkan reflex melalui plexus myentericus untuk merangsang sel2 mucosa pada permukaan atau kelenjar dalam mucosa.
- b. Distensi usus dapat menimbulkan reflex syaraf yang merangsang sekresi.
- c. Rangsangan taktil, kimiawi dan distensi mengakibatkan motilitas yang meningkat dari usus dan motilitas ini dapat meningkatkan sekresi.

2. Rangsangan syaraf otonom :

- a. Rangsangan parasimpatik ke tractus alimentarius hampir selalu meningkatkan sekresi glandula, ini berlaku untuk kelenjar-kelenjar dibagian atas dari tractus yang disyarafi oleh vagus dan serat-serat parasimpatik bagi-

bagian cranial termasuk glandula salivarius, oesophagus, gaster, pancreas, glandula Brunner di duodenum dan bagian distal dari intestinum crassum yang disyarafi oleh parasimpatik bagian pelvis. Sekresi dari kelenjar lain misalnya di intestinum tenue dan  $\frac{2}{3}$  atas dari intestinum crassum sebagian besar ditimbulkan rangsangan lokal.

b. Rangsangan sympatik di beberapa bagian tractus menyebabkan peningkatan sekresi secara terbatas. Sebaliknya rangsangan sympatik menyebabkan kontraksi dari urat darah yang pergi ke glandula.

Jadi Sympatik mempunyai efek ganda :

- Rangsangan sympatik tersendiri menimbulkan sedikit kenaikan sekresi.
- Tetapi bila rangsangan parasympatik menghasilkan sekresi yang banyak maka rangsangan sympatik sebagai tambahan sering menurunkan sekresi karena aliran darah ditempat tersebut menurun. Yang penting ialah inhibisi dari glandula brunner, sehingga bagian permulaan duodenum tidak terlindung terhadap cairan digesti yang asam dari gaster dan timbul ulcus pepticum.

### 3. Pengaturan hormonal

Di Gaster dan intestinum beberapa hormon gastrointestinal membantu mengatur volume dan sifat sekresi. Hormon ini keluar oleh karena adanya makanan di lumen usus selanjutnya di absorpsi kedalam darah dan merangsang kelenjar untuk sekresi cairan. Jenis rangsangan ini khususnya penting dalam meningkatkan cairan gaster dan pancreas bila makan masuk lambung.

Sekali gus merangsang vesica fellea untuk mengeluarkan empedu ke duodenum. Secara kimia hormon-hormon ini adalah polypeptida atau derivatnya.

#### MEKHAISME DASAR SEKRESI :

Sekresi bahan organik ; meskipun mekanisme dasar dari pembentukan bermacam-macam sekresi oleh sel glandula dan pembawanya kelumen kelenjar tidak banyak diketahui.

Beberapa percobaan menunjukkan :

1. Bahan-bahan yang diperlukan untuk pembentukan sekreta harus berdifusi atau mengalami transport aktif dari kapiler kedalam sel glandula.
2. Dalam sel terdapat mitochondria yang menyediakan enersi oksidatif untuk pembentukan adenosin triphosphate ( ATP )
3. Enersi dari ATP dengan bahan nutrisi yang sesuai kemudian dipakai untuk setesa dari bahan-bahan organik. Sintesa ini dilakukan sebagian besar di

reticulum endoplasmatik.

1. Bahan sekreta mengalir mengalir melalui tubuh tubuh dari reticulum endoplasmatik kedalam vesicula dari alat Golgi yang terletak didekat ujung sekretorik cell.

2. Bahan bahan kemudian dikonsentrasikan dan dikeluarkan kedalam cytoplasma dalam bentuk granula sekretorik.

3. Granula ini kemudian dikeluarkan melalui permukaan kedalam lumen glandula.

#### Sekresi air dan elektrolit.

Yang terpenting dari sekresi glandula ialah adanya cukup air dan elektrolit bersama dengan bahan organik. Ada teori menerangkan bahwa dengan rangsangan syaraf menyebabkan air dan garam nenenbus cell glandula dalam jumlah yang banyak menambil bahan organik melalui batas sekretorik dari cell pada waktu yang sama.

1. Rangsangan syaraf melalui pengaruh khusus pada bagian batas membran cell dan menyebabkan transport aktif dari ion chlorida kedalam cell.

2. Peningkatan elektrolit dalam cell menyebabkan ion positif masuk cell.

3. Kelebihan dari kedua ion dalam cell menyebabkan suatu daya osmotik yang menarik  $H_2O$  kedalam cell dan meningkatkan tekanan hydrostatik dalam cell akibatnya cell membesar.

4. Terjadi ruptura ruptura kecil dibagian sekretorik cell dan ini menyebabkan merbanjirnya air keluar dari ujung sekretorik cell glandula ke lumen.

Meskipun hal yang tersebut diatas merupakan suatu teori tetapi dengan jelas dapat menerangkan kemungkinan pengaturan sekresi oleh impuls syaraf.

Kemungkinan hormon juga dapat mengatur seperti keadaan diatas.

#### FUNKSI LUBRIKATIF DAN PROTEKSTIL DARI MUCUS

Mucus merupakan sekresi kental dan terdiri atas air, elektrolit dan campuran beberapa mucopolysaccharide. Mucus ini sedikit berbeda dibebberapa bagian di tractus gastrointestinalis, tetapi dimanapun mempunyai arti yang penting sebagai bahan lubrikasi dan proteksi.

Sifat sifat mucus :

1. Melikat erat pada dan merata menjadi tipis diatas permukaan.

2. Terdapat dalam jumlah yang banyak sehingga mencegah butir butir makanan berhubungan langsung dengan mucosa.

3. Mucus mempunyai tahanan rendah, bahan makanan dapat meluncur melalui --

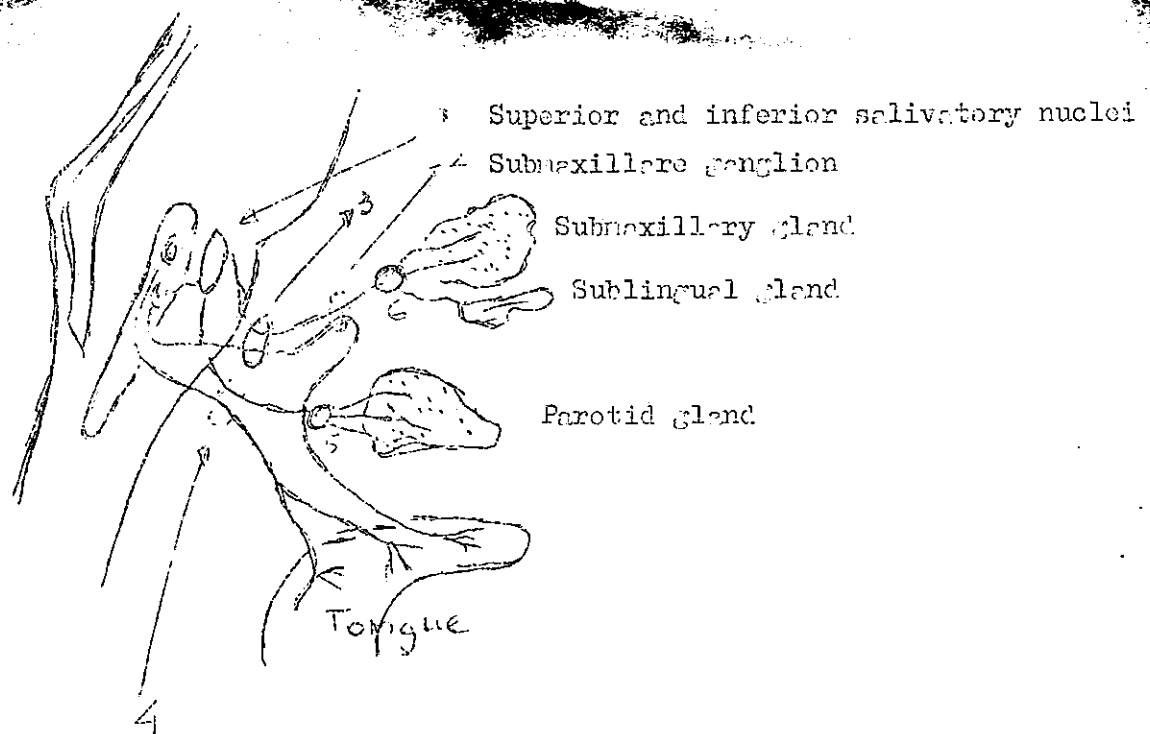
saliva berisi beberapa faktor yang dapat menghancurkan bakteri misalnya ion thiocyanat dan enzim yang bersifat bactericid. Jadi bila saliva tidak ada maka jaringan oral akan mudah ulcerasi dan ter-infeksi sehingga menyebabkan beberapa kelainan diantaranya caries dentis.

#### Pengaturan syaraf dari sekresi saliva

Pada gambar 11 memperlihatkan jalannya persyarafan dalam pengaturan saliva, terlihat bahwa gl submaxillaris dan sublingualis dikendalikan oleh impuls dari bagian superior dari nucleus salivatorius dan gl parotis oleh impuls bagian inferior.

Nucleus salivatorius berlokasi kira-kira pada batas medulla dan pons dan bereksitasi oleh rangsangan rasa dan taktil ( taste and tactile ) dari lidah bagian lain dari mulut. Kebanyakan impuls rasa khususnya rasa asam dapat mengeluarkan saliva yang banyak kadang2 sampai 5 cc/menit atau 8 sampai 20 kali keadaan basal. Demikian pula beberapa stimulasi tactil misalnya adanya benda licin dimulut menimbulkan salivasi yang banyak sedangkan benda yang kasar menimbulkan salivasi yang sedikit atau kadang2 sama sekali tidak mengeluarkan salivasi. Salivasi dapat dikendalikan oleh impuls di atas nucleus salivatorius misalnya bila seseorang mencium atau makan makanan yang disukainya akan mengeluarkan saliva lebih banyak dari pada mencium makanan atau menekan makanan yang tidak disukainya. Keadaan ini melalui pusat selera otak yang berlokasi dekat pusat parasympatis di hypothalamus anterior pusat mana menjawab dengan signal dari daerah rasa dan mencium di cortex cerebri atau amygdalae. Saliva juga akan keluar atas reflex yang berasal dari gaster dan intestinum bagian atas, khususnya bila mana yang bersifat iritasi tertelan atau bila seseorang menjadi mual karena abnormalitas gastrointestinalis. Saliva yang ditelan kemungkinan untuk menghilangkan faktor iritasi dengan melarutkan atau menetralkan.

Gambar . 11 .



### SEKRESI OESOPHAGUS

Sekresi oesophagus semuanya bersifat mucoid dan berfungsi terutama untuk lubrikasi guna menelan. Bagian terpenting oesophagus ditandai dengan banyaknya glandula mucous sederhana, dan pada permukaan batas gaster terdapat glandula mucous yang benyus. Mucus dari kelenjer yang benyus tersebut mencegah excoriasi karena makanan sedangkan yang dekat gaster mencegah dinding oesophagus dari pengaruh cairan gaster yang kembali ke oesophagus. Meskipun demikian kadang2 terjadi juga ulcus pepticum diujung gaster dari oesophagus.

### SEKRESI GASTER

Sifat sifat sekresi gaster :

Selain cell yang mengeluarkan mucous dan terletak dipermukaan gaster mucosa gaster mempunyai dua macam glandula tubular: glandula gastrica dan glandula pylorica. Glandula gastrica atau fundus mengeluarkan cairan digesti dan glandula pylorica hampir seluruhnya mucous untuk proteksi mucosa pylorus. Glandula gastrica terdapat dimana mana di mucosa corpus dan fundus sedangkan, l. pylorica terdapat antrum gaster. Sebagai tambahan terdapat glandula cardiac identik dengan glandula pylorus berada 1 cm dikelilingi pintu masuk oesophagus. Satu glandula gastrica terdiri dari 3 macam cell yaitu : mucous neck cell menghasilkan mucous, chief cells menghasilkan enzim digesti ( terutama pepsin ) dan parietal cell mensekresi HCL dan terletak terutama dibelakan mucous neck cell atau kadang2 dibelakan chief.

Sekresi asam hydrochlor.

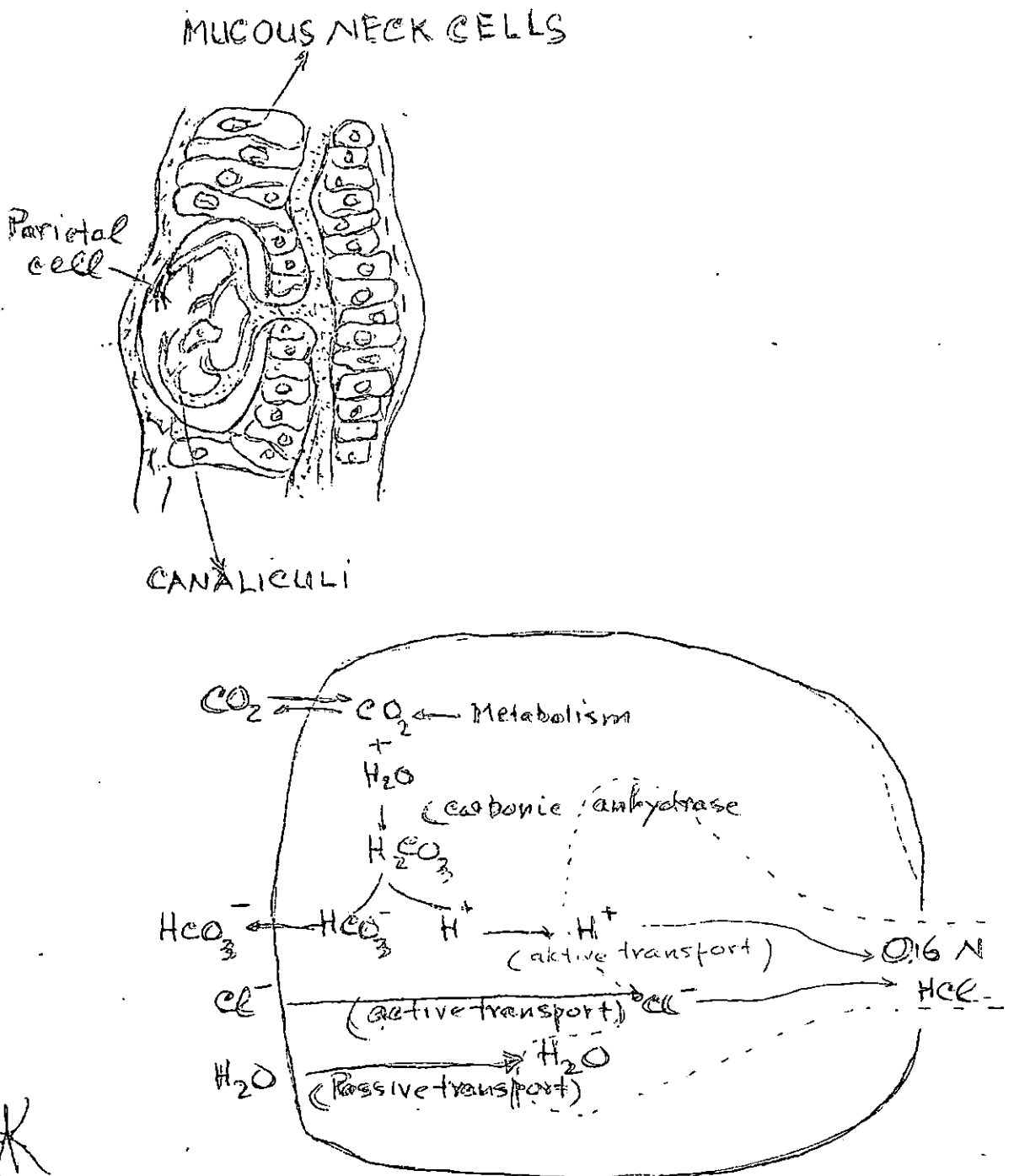
Parietal cell mengeluarkan larutan elektrolit mengandung 160 ml HCl/liter yang hampir isotonik dengan cairan tubuh, pH ion hydrogen kira2 sebesar 4 juta kali dari pada darah arteri, besar pH = 0,8 jadi sangat asam.

Untuk konsentrasi ion hydrogen dengan jumlah yang besar ini memerlukan lebih dari 1500 kalori enersi setiap liter cairan gastrik.

Gambar 12 memperlihatkan struktur dasar dari parietal cell yang ada canaliculi intracelluler, yaitu suatu modifikasi dari reticulum endoplasmatik.

Kemungkinan HCl dibuat pada membran dari canaliculi dan kemudian diangkut keluar.

Gambar. 12 . Anatomy of the canaliculi in a parietal cell .



Salah pendapat dari mekanisme yang tepat difikirkan dari pembentukan HCl antara lain yang mudah seperti diagram gambar 13. Terlihat carbon dioxide yang terjadi selama metabolisme dalam cell atau masuk di cell dari darah, bergabung dengan air membentuk carbonic acid dengan bantuan carbonic anhydrase dan kemudian berdisosiasi menjadi ion bicarbonat dan hydrogen. Dengan transport aktif ion hydrogen dibawa melalui dinding canaliculi ke dalam lumen. Ion bicarbonat sebaliknya berdifusi kembali ke darah. Ion chloride dibawa secara aktif dari darah ke dalam canaliculi dimana mekanisme tidak diketahui. Sekresi ion chloride berhubungan dengan sekresi ion hydrogen sehingga disekresikan dalam jumlah yang sama. Akhirnya air secara pasif berdifusi masuk ke dalam canaliculi. Kepentingan carbon dioxide pada reaksi kimia dalam pembentukan HCl tergambar oleh kenyataan bahwa inhibisi dari carbonic anhydrase oleh obat acetazolamide hampir secara total memblock pembentukan HCl.

Sekresi pepsin. Enzyme terpenting adalah pepsin yang disekresi oleh chief sel. Dibentuk dalam cell sebagai pepsinogen yang tidak aktif. Segera terjadi pepsinogen dan mengenai pepsin yang sudah terbentuk maka dengan adanya HCl kembali menjadi pepsin aktif. (molekul pepsinogen dengan B.M = 42.5000 menjadi pepsin dengan B.M = 35.000). Pepsin adalah enzyme proteolitik aktif dengan pH optimum = 2, diatas pH = 5 mempunyai aktivitas nol, karena itu pembentukan HCl sangat pentingnya dengan sekresi pepsin untuk digesti protein di gaster.

Sekresi enzyme lain : diantaranya lipase gastric dan amylase gastric.

Lipase gastric tak berarti sebab sebenarnya adalah tributyrase khusus aktif untuk tributyrin (butterfat) tidak untuk lemak.

Amylase mempunyai peranan minor dalam pencernaan tepung (starches).

#### Sekresi mucus di gaster

Glandula pyloric dan cardiac dalam strukturnya serupa dengan glandula gastrica tetapi tidak berisi chief cell maupun parietal cell hanya berisi mucous cell yang identik dengan mucous neck cell glandula gastrica. Cell ini mengeluarkan mucus yang encer yang melindungi dinding lambung dari digesti enzyme gaster. Sebagai tambahan permukaan lambung yaitu mucosa diantara kelenjar mempunyai lapisan cell mucous yang mengeluarkan mucus yang banyak sedikit viskeus dan alkalis yang menutupi mucosa dengan satu lapis cell mucous setebal 1 mm. untuk proteksi dan lubrikasi.

Secara langsung sekresi gaster oleh syaraf dan hormonal

Secara langsung sekresi oleh syaraf diatur oleh parasimpatik ( N.Vagus ) juga melalui reflex myentericus local dan secara hormon oleh gastrin.

Signal syaraf bermula di nucleus dorsalis dari vagus kemudian melalui serat vagus ke plexus myentericus lambung dan terus ke glandula di gaster.

Sebagai jawaban kelentjer ini mengeluarkan pepsin dan asam tetapi pepsin lebih banyak dari pada ran santan lain. Demikianpula signal vagus yang ke glandula pyloric dan cardiac dan mucous neck cell dari glandula gastrica akan meningkatkan mucous. Pengaruh vagal lain ialah bagian antrum lambung mengeluarkan gastrin yang bekerja pada gl. gastrica sekresi HCl naik. Jadi rangsangan vagus akan menyebabkan eksitasi sekresi lambung dengan secara langsung rangsangan pada glandula gastrica dan secara tidak langsung lewat gastrin.

Bila makanan masuk lambung maka bagian antrum mucosa gaster mengeluarkan gastrin ( heptadecapeptide ). Pengeluaran hormon oleh makanan terjadi se-

bagai berikut : 1) Makanan menyebabkan distensi gaster dan ini menyebabkan mengeluarkan gastrin dari mucosa antrum. 2) Bahan seperti secretagogues seperti ekstrak makanan, protein yang mengalami digesti sudah ich, alkohol, coffein dan lain lain juga dapat membebaskan gastrin dari antrum. Dengan kedua cara ini gastrin keluar dengan cara reflex myentericus.

Yaitu keduanya merangsang serat sensorik di epitel lambung yang bersynapsis dengan plexus myentericus. Dengan signal afferent ke cell epitel dan mengeluarkan gastrin. Setiap faktor yang memblock plexus akan memblock pembentukan gastrin misalnya anesthesia dari mucosa gaster, pemberian atropin yang akan memblock kerja acetylcholine terhadap cell gastrin.

Gastrin diabsorpsi di dalam darah dan merangsang terutama cell parietal dan secara terbatas merangsang chief cell. Cell parietal meningkatkan produksi sekresi HCl sampai 6 kali dan chief cell sekresi enzimnyz sampai 2 - 4 kali. Sekresi karena gastrin ini kurang dari rangsangan vagus.

Hanya 200 ml/jam dibandingkan dengan rangsangan vagus 500 ml/jam. Tetapi rangsangan gastrin dapat berlansung lama sedangkan vagus dalam waktu yang relatif singkat. Apabila berkerja sama hasilnya melebihi dari jumlah sekresi individual.

Histamin juga dapat mengeluarkan sekresi gastric seperti gastrin tetapi potensinya hanya 80% dari gastrin.



Dibawah ini terdapat komposisi asam amino dari gastrin, cholecystokinin dan secretin, tiga hormon gastrointestinal yang telah di-isolir dan tepat. Dapat dilihat bahwa semuanya adalah polypeptida dan bahwa asam amino yang lina terakhir pada gastrin dan cholecystokinin adalah sama

Glu-Gly-PRO-Trp-Leu-Glu-Glu-Glu-Glu-Ala-Tyr-Gly-Trp-Met-Asp-Phe-NH<sub>4</sub>  
<sup>HSO<sub>3</sub></sup>  
 G A S T R I N

Lys-(Ala, Gly, Pro, Ser)-Arg-Val-(Ile, Met, Set)-Lys-Asn-(Asn, Gln, His, Leu<sub>2</sub>, Pro Ser<sub>2</sub>)-Arg-Ile-(Asp, Ser)-Arg-Asp-Tyr-Met-Gly-Trp-Met-Asp-Phe-NH<sub>2</sub>

<sup>HSO<sub>3</sub></sup>  
 CHOLECYSTOKININ

His-Ser-ASP-Gly-Thr-Phe-Thr-Ser-Glu-Leu-Ser-Arg-Leu-Arg-Asp-Ser-Ala-Arg-  
 Leu-Gln-Arg-Leu-Leu-Gln-Gly-Leu-Val-NH<sub>2</sub>

SECRETIN

874

Inhibisi umpan balik dari sekresi Gaster : yaitu fase gastric, fase intestinal dan fase cephalic.

Fase cephalic timbul sebelum makanan masuk ke lambung, dapat timbul karena melihat, mencium, pikiran atau rasa makanan; makin besar keinginan (appetite) makin besar rangsangan.

Signal neurogen fase ini dapat bermula di cortex cerebri atau di pusat appetite di amygdala atau hypothalamus. Signal itu diteruskan melalui nucleus dorsalis motorik vagus ke lambung. Fase sekresi adalah 1/10 dari seluruh gaster waktu makan.

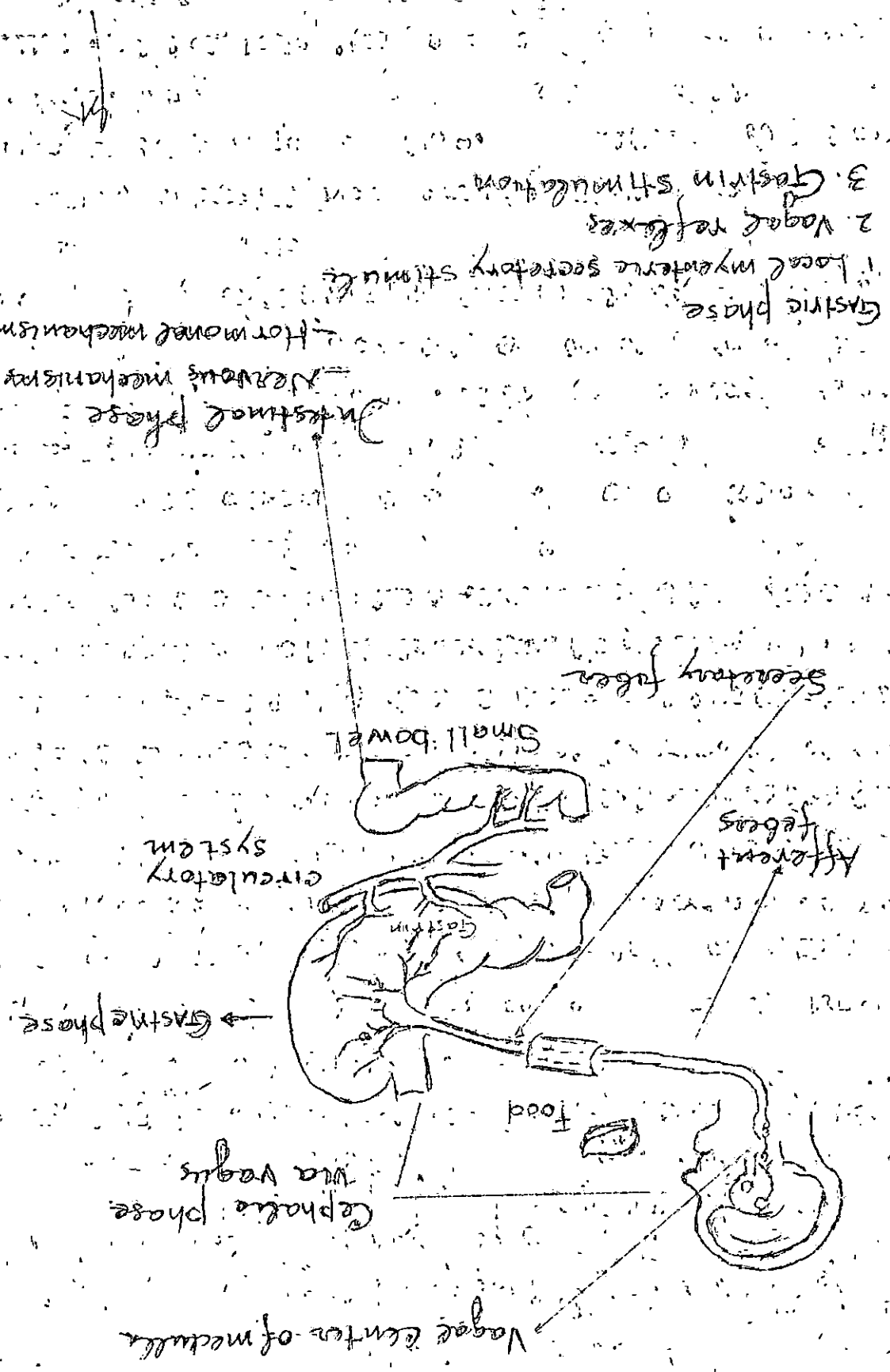
Fase Gastric : Bila makanan masuk gaster maka segera menimbulkan mekanisme gastrin yang menyebabkan sekresi cairan gaster sampai beberapa jam selama makanan berada di lambung. Sebagai tambahan adanya makanan di lambung menyebabkan :

- a. Reflex local di plexus myentericus
- b. Reflex vagus ke terus kebatan, otak dan kembali ke gaster.

Kedua reflex ini menyebabkan rangsangan simpatik pada kelenjar lambung yang menambah sekresi. Fase gastric ini mengambil lebih dari 2/3 dari seluruh sekresi gaster.

Fase intestinal : disebabkan karena adanya makanan di bagian atas usus halus, khususnya duodenum menyebabkan terjadi sekresi cairan gaster dalam jumlah sedikit, ini disebabkan enteric gastrin yang dikeluarkan mucosa duodenum sebagai akibat distensi. Demikian pula hormon lain yaitu secretin

Gambar 14. Fase dari sekret raster dan pengendalian.



dan cholecystokinin dapat menstimulus sekresi pepsin oleh kelenjar gastric. Akan tetapi dalam keadaan lain kedua hormon ini menghasilkan inhibisi dari pada eksitasi daripada sekresi gaster.

### Inhibisi sekresi gastric oleh faktor intestinal

Meskipun chymus merangsang sekresi gastric selama fase intestinal secara paradox kadang kadang menghambat sebagian sekresi selama fase gastric.

Hal ini terjadi disebabkan oleh 2 cara :

1. Adanya makanan diusus halus menimbulkan reflex enterogastric diteruskan melalui plexus myentericus, sympatis dan vagus sehingga menghambat sekresi lambung. Reflex ini dapat timbul karena distensi, adanya asam di intestinum atas, adanya protein yang setengah dicerna atau iritasi mucosa. Mekhanisme ini memperlihatkan perlambatan pengosongan lambung bila usus halus sudah terisi.
2. Adanya ; asam, lemak, protein setengah cerna, cairan hyper atau hypo-osmotik atau setiap faktor yang menimbulkan iritasi di usus halus mengakibatkan keluarnya beberapa hormon usus yaitu secretin dan cholecystokinin.

Keduanya penting untuk pengendalian sekresi pancreas, cholecystokinin khusus penting dalam pengosongan vesica fellea. Dalam beberapa keadaan dapat meningkatkan sekresi gastric tetapi juga dapat menghambat sekresi gastric dalam keadaan sebagai berikut : Secretin meskipun dapat meningkatkan sekresi pepsin dapat mempunyai effect terhadap mekanisme gastrin dengan menurunkan cairan asam lambung.

Cholecystokinin ; mempunyai effect eksitasi ringan. Bila mekanisme gastrin sudah kuat maka cholecystokinin bekerja sebagai inhibitor, mekanisme hambatan ini penting untuk mekanisme bahwa usus halus sudah terisi.

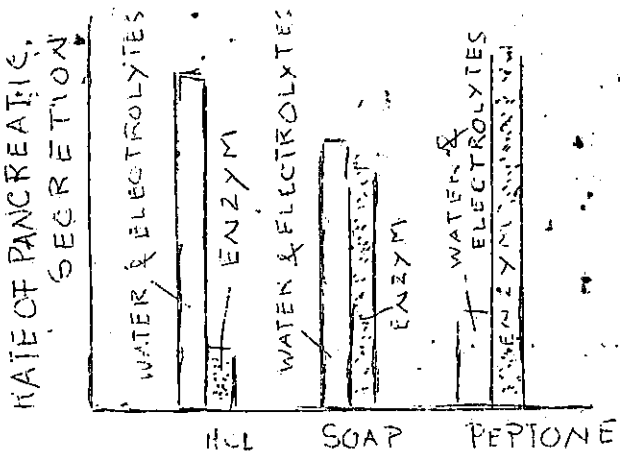
Sekresi selama waktu interdigestif. Waktu tidak ada dijesti maka lambung hanya bersekresi beberapa ml cairan lambung setiap jam. Sekresinya berupa non protein yaitu mucous yang terisi sedikit pepsin dan tidak ada asam.

Rangsangan emosi kuat dapat mengeluarkan sampai 50 ml dengan pepsin dan asam tinggi setiap jam u.

Hal ini yang mengakibatkan mudahnya ulcus pepticum pada faktor emosi.

Memperlihatkan perbedaan antara hydrelatio dan ecbole secretion.

VK



SEKRESI EMPEDU OLEH HEPAR

Empedu tidak mengandung enzim dan perlunya untuk pencernaan disebabkan karena adanya garam empedu yang bertugas untuk :

1. Emulsifikasi lemak sehingga dapat dicerna oleh lipase
2. Membantu melarutkan pencernaan lemak sehingga mudah diabsorpsi dari mucosa ke lymph.

Empedu disekresi secara kontinu dan disimpan di vesica fellea. Pengosongan oleh hormon cholecystokinin ( hormon yang sama yang mengeluarkan enzim pancreas ) .Kecepatan pengeluaran empedu dapat diatur sbt :

- a. Rangsangan vagal dapat memperlihatkan ganda reaksi
- b. Secretin juga mempunyai pengaruh terhadap sekresi empedu ( 80% kenaikan tetapi kenaikan sekresi garam empedu )
- c. Makin besar aliran darah makin besar sekresi
- d. Adanya garam empedu yang banyak di darah meningkatkan sekresi hepar.

Sebagian besar dari garam empedu di reabsorpsi di intestinum dan kemudian di sekresi kembali oleh hepar secara berulang-ulang.

Volume produksi empadu perhari -- 700 ml .!

SEKRESI INTESTINUM TERHUBUNG

Sekresi mucous oleh Glandula Brunner dan Mucous cell

Dibagian atas duodenum diantara pylorus dan papilla. Vateri terdapat glandula mucous yang disebut Glandula Brunner, glandula ini mengeluarkan mucus sebagai hasil dari :

- a. Rangsangan langsung terhadap mucosa
- b. Rangsangan vagal yang menyebabkan sekresi bersamaan dengan kenaikan sekresi gaster.
- c. Hormon intestinal terutama secretin

Fungsi mucus adalah proteksi dari dinding mucosa mucosa duodenum terhadap cairan lambung yang asam. Mucus juga dikeluarkan oleh cell goblet yang terdapat sangat extensif di permukaan mucosa intestinal. Sekresinya keluar karena rangsangan taktil langsung kinetic dari mucosa oleh chymus. Mucus juga dikeluarkan cell goblet di crypt dari Lieberkuhn, sekresinya disebabkan reflex local.

#### Sekresi dari cairan digesti intestinum

Pada permukaan intestinum kecuali daerah Brunner di duodenum atas terdapat crypt-crypt kecil yang disebut crypt Lieberkuhn. Sekresi intestinal dibentuk oleh cell epitel dalam crypt ini kira-kira 2000 ml setiap hari. Sekresinya cairan extracelluler dengan pH 6.5 - 7.5 dan segera diabsorpsi oleh villi. Sirkulasi cairan dari crypt ke villi merupakan barrier untuk absorpsi dari bahan intestinum tenue. Sekresi intestinum tenue hampir tidak mempunyai enzim, kecuali enterokinase untuk menaktifkan trypsin dan sejumlah kecil amylase. Sekresi ini bila dikumpulkan tempo debris cellululer. Akan tetapi cell epitel mucosa berisi jumlah banyak enzim digesti yang mencernakan makanan pada waktu diabsorpsi melalui epitel.

Enzim-enzim tersebut adalah sebagai berikut :

1. Beberapa macam peptidase untuk memecah polypeptide kedalam asam amino.
2. Empat enzim untuk memecah disaccharide kedalam monosaccharide ; sucrase, maltase, isomaltase dan lactase .
3. Lipase intestinalis memecah lemak neutral menjadi glycerol dan asam lemak. Solusi encer dari enzim ini terutama terletak di brush border dari cell epitel. Karena itu mungkin mereka menkatalisasi hydrolyse makanan pada permukaan luar dari microvilli selalu terjadi absorpsi dari hasil akhir digesti. Cell epitel jauh didalam crypt Lieberkuhn secara kontinu mengalami mitosis dan cell yang baru pindah keatas keluar dari crypt di ujung villi untuk ikut dalam sekresi. Terjadi secara penggantian bila terjadi exoriasi di mucosa.

Pengaturan sekresi usus halus ; Pengaturan terpenting ialah reflex myentericus local, terutama karena distensi usus halus sehingga keluar sekresi banyak dari crypt Lieberkuhn. Rangsangan taktil atau iritasi dapat mengeluarkan sekresi yang banyak. Jadi makin banyak chymus makin banyak sekresi .

Pengaturan hormonal, percobaan membuktikan bahwa hormon enterocrinin dari mucosa usus halus dapat mengatur sekresi. Tetapi percobaan yang lebih teliti gagal mengisolir hormon tersebut.

### SEKRESI INTESTINUM CRASSUM

#### Sekresi mucus

Mucosa usus besar ini dibatasi oleh crypt Lieberkuhn tetapi cell epitelnya tidak mengandung enzim, tetapi dipenuhi hampir seluruhnya oleh goblet cell di crypt Lieberkuhn. Akan tetapi rangsangan nervi erigentes yang meningkat inervasi parasimpatik ke bagian 2/3 sampai distal dari usus besar dapat pula meningkatkan sekresi mucus. Hal ini terjadi pula dengan peningkatan motilitas, sehingga selama rangsangan parasimpatik yang kuat sering disebabkan karena gangguan emosi begitu banyak mucus dapat disekresi dalam usus besar sehingga orang tersebut mengeluarkan kotoran mucus setiap 30 menit, mucus tersebut tidak berisi bahan faeces tetapi berfungsi melindungi dinding terhadap excoriasi dan menyediakan medium untuk melekatkan bahan faeces menjadi satu. Juga melindungi dinding terhadap aktivitas bakteri yang terjadi di faeces.

#### Sekresi air dan elektrolit

Bila satu segmen dari usus besar mengalami iritasi misalnya pada infeksi bakteri pada enteritis maka mucosa mengsekresi banyak air dan elektrolit sebagai tambahan larutan normal mucus, ini akan melarutkan faktor-faktor yang mengakibatkan iritasi dan menyebabkan gerakan cepat dari faeces menuju ke anus, hasilnya ialah diarrhea dengan hilangnya banyak air dan elektrolit tetapi juga penyembuhan yang cepat daripada tanpa terjadinya keadaan tersebut.



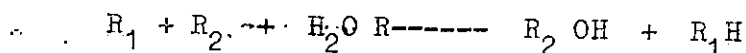
## DIGESTI DAN ABSORPSI DI TRACTUS GASTROINTESTINALIS

Makanan yang diperlukan oleh tubuh kecuali zat-zat dalam jumlah yang sangat sedikit seperti vitamin dan mineral dapat dibagi dalam ;karbohidrat lemak dan protein. Pada umumnya bahan-bahan ini tidak dapat diabsorpsi dalam bentuk alamiah melalui mukosa gastrointestinal sebelum mengalami proses digesti .

### DIGESTI DARI BERBAGAI MACAM MAKANAN .

#### Hydrolysa sebagai dasar proses digesti

Hampir semua karbohidrat dari diet adalah polysaccharida atau disaccharida yaitu kombinasi dari monosaccharida yang tergabung oleh proses kondensasi. Kondensasi berarti dari satu monosaccharida ion hydrogen dihilangkan, sedang dari yang lain ion hydroxylnya, ditempat ini keduanya digabung dan ion H bergabung pula dengan ion hydroxyl membentuk air. Bila karbohidrat di digesti kembali menjadi monosaccharida beberapa enzim bekerja mengembalikan ion hydrogen dan hydroxyl menjadi monosaccharida kembali proses ini disebut HYDROLYSIS .



Demikian pula pada lemak, diet terdiri dari Triglycerida yaitu kombinasi dari 3 macam asam lemak dikondensasi dengan satu molecul glycerol , proses kondensasi dengan mengambil 3 mol H<sub>2</sub>O . Proses berikutnya oleh enzim dimana 3 mol air tersebut dikembalikan kesetiap molecul lemak neutral dan memutuskan molecul asam lemak dari glycerol dengan proses hydrolysa.

Protein dibentuk asam amino yang bergabung dengan hubungan peptide . Suatu ion hydroxyl diambil dari yang satu dan ion hydrogen dari yang lain. Jadi proses kondensasi dengan kehilangan molecul air. Pada digesti dengan hydrolysa enzim proteolytic mengembalikan air pada molecul protein, sehingga terjadi kembali asam amino.

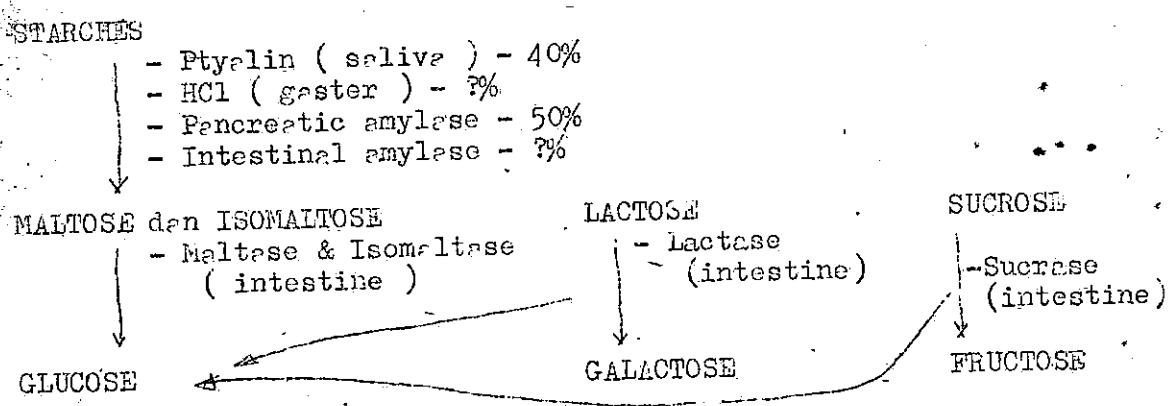
Proses pada ketiga macam makanan adalah sama yang berbeda adalah enzim enzimnya . Sedangkan enzim enzim tersebut semuanya adalah protein.

#### DIGESTI KARBOHIDRAT .

Terdapat 3 macam yang terdapat pada diet yaitu sucrose ( cane sugar ), laktose ( susu ) dan tepung ( starches ) hampir pada semua makanan

berbeda dengan : glycogen, alcohol, asam laktat, asam pyruvic, pectin dan lain lain derivat. Cellulose tidak dapat dicerna dalam tubuh.

Secara garis besar dapat dilihat pada skema dibawah ini :

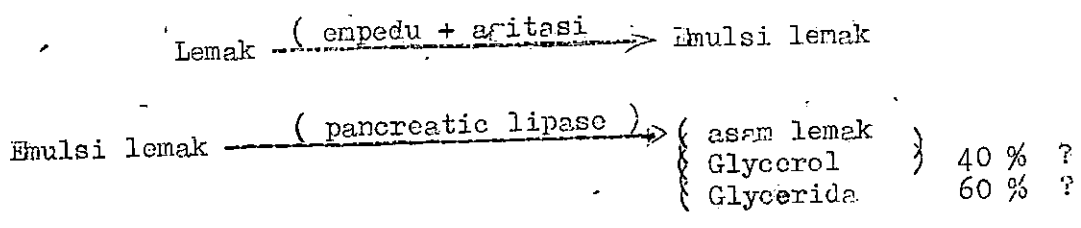


Dalam diet biasa yang terdiri atas banyak starches dari pada sucrose atau laktosa, glukosa mengambil 80% dari produk akhir dan galaktosa - dan fruktosa rata-rata hanya masing masing 10% dari digesti karbohydret.

Digesti lemak.

Lemak dalam makanan banyak terdiri atas Triglycerida ( lemak neutral ) yang terdiri atas satu nucleus glycerol dan tiga asam lemak yang terdapat pada tumbuh2an maupun hewan. Dalam makanan biasa terdapat juga sedikit phospholipid, cholesterol dan ester cholesterol. Phospholipid dan ester cholesterol mengandung asam lemak sehingga dapat dianggap sebagai lemak. Cholesterol sendiri gugusan sterol tanpa asam lemak tetapi mempunyai beberapa sifat physis dan chemis dari lemak, dan dicerna sebagai lemak, sehingga dianggap seperti lemak.

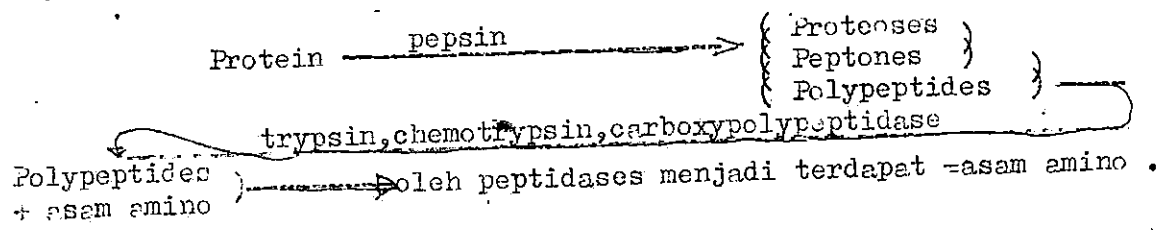
Dibawah ini diperlihatkan pencernaan lemak dalam garis besar.



Digesti protein.

Protein adalah rentetan asam amino yang digabung dengan ikatan peptida linkage. Sifat dari tiap protein ditentukan oleh asam aminonya.

Digesti protein terlihat sebagai berikut :





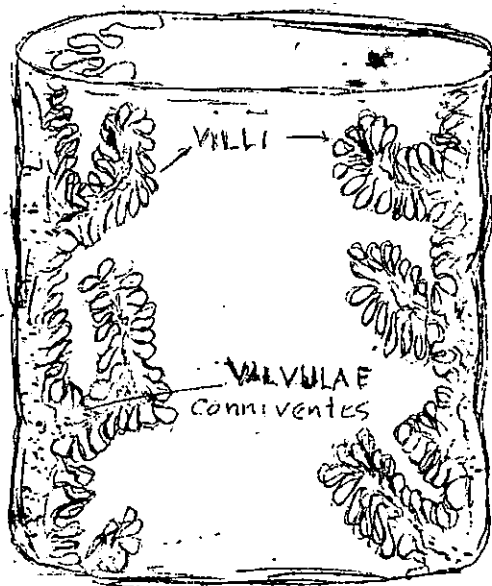
## PRINSIP DASAR DARI ABSORPSI GASTROINTESTINALIS

Dasar anatomis absorpsi

Banyaknya cairan yang diabsorpsi setiap hari adalah sama dengan cairan yang dimasukkan ( kira kira 1,5 liter ) ditambah dengan sekresi gastrointestinal ( kira kira 7,5 liter ) jadi jumlah seluruhnya 9 liter. Lebih kurang 8 sampai 8,5 liter diabsorpsi di usus halus hanya kira kira  $\frac{1}{2}$  sampai 1 liter yang diteruskan lewat valvula ileocecalis kedalam colon setiap harinya. Gaster adalah daerah absorpsi yang sangat terbatas dari tractus gastrointestinal hanya bahan yang melarutkan lemak seperti alcohol dalam jumlah yang sedikit. Daerah absorpsi dari mucosa intestinalis terlihat pada gambar 16 , yang memperlihatkan banyak lipatan disekelut valvulae conniventes yang meningkatkan daerah absorpsi mucosa menjadi 3 kali lipat. Lipatan ini melingkari sepanjang intestinum dan di duodenum serta jejunum sangat intensif, kadang kadang sampai menonjol masuk 8-mm kedalam lumen. Diseluruh permukaan usus halus mulai dari masuknya saluran empedu dalam duodenum sampai valvula ileocecalis terdapat berjuta juta villi villi yang berproyeksi kira kira 1 mm dari permukaan mucosa seperti terlihat pada gambar 16 dan lebih terperinci pada gambar 17 .Villi sangat berdekatan di usus halus bagian atas sampai saling bersentuhan. Di bagian distal usus distribusinya kurang intensif. Adanya villi pada permukaan mucosa meningkatkan daerah absorpsi dengan 10 kali.

Cell epitel usus ditandai oleh " brush border" yang terdiri atas 600 micro villi ( panjang 1u dan diameter 0,1u ) terlihat pada gambar 18 .

Gambar 16.

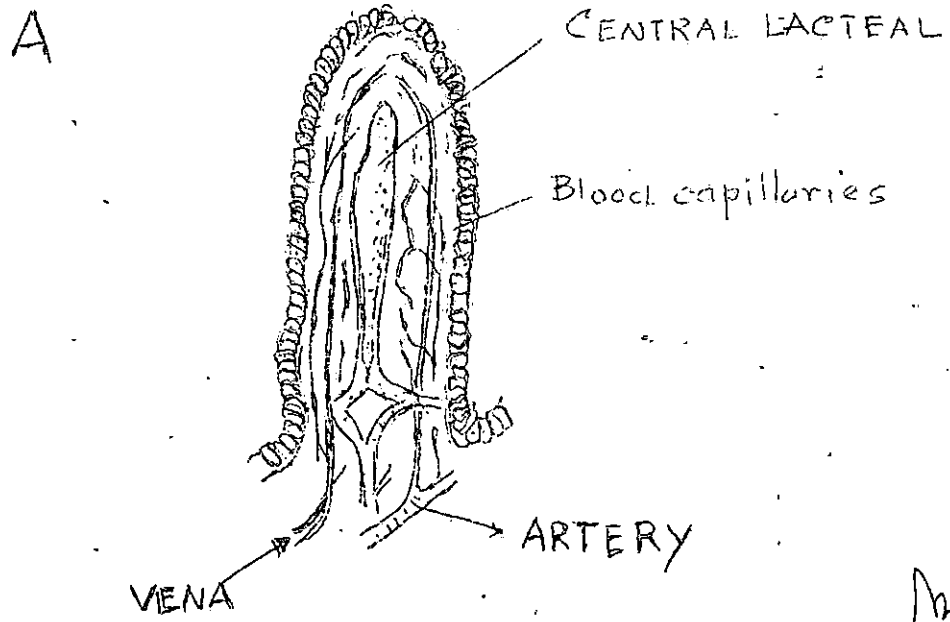


M

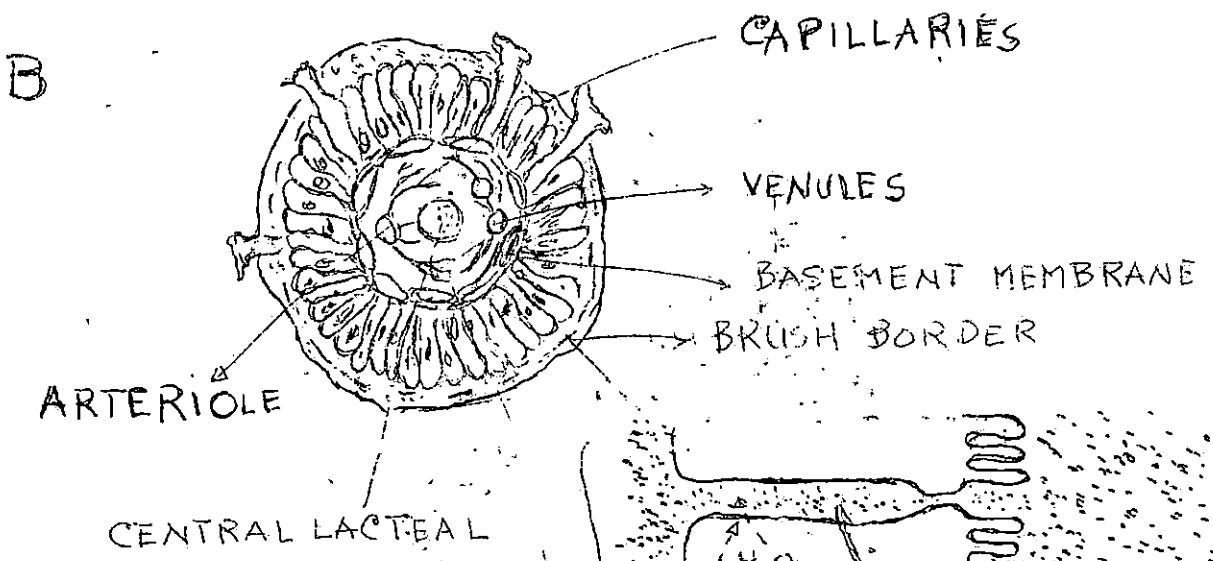
Figure 17. Functional organization of villus

A. Longitudinal section

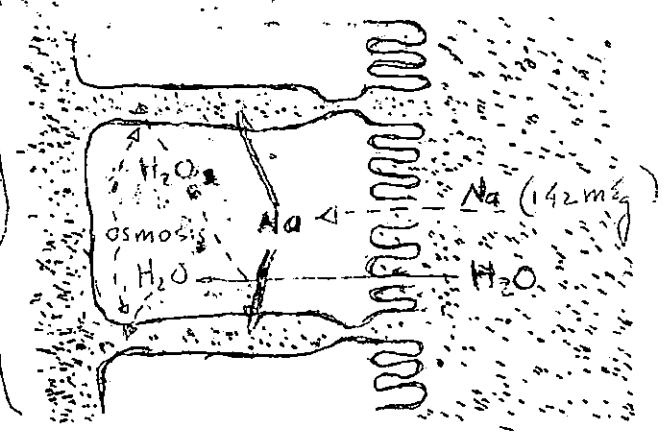
B. Cross section showing the epithelial cells and basement membrane .



B



GAMBAR 18.



akan meningkatkan permukaan sampai 20 kali. Jadi koefisien dari villi dan microvilli meningkatkan permukaan absorpsi mucosa menjadi 600 kali sehingga luasnya menjadi 250 m<sup>2</sup> untuk seluruh usus. Gambar 17 A memperlihatkan organisasi 1 villi khususnya memperlihatkan letak dari sistim vasculer untuk absorpsi cairan dan bahan kedalam darah portal dan letak lacteal untuk absorpsi lymphe.

Gambar 17.B. memperlihatkan penampang satu villus.

Bahan bahan yang jumlah sedikit diabsorpsi dengan proses physis yaitu pinocytosis sedangkan sebagian besar dengan jalan transfer molecul tunggal. Berlokasi dekat brush border dari cell epitel terdapat banyak mitochondria yang menyediakan enersi oksidasi bagi cell guna transport aktif dari bahan bahan melalui epitel intestinum.

Jalur mekanisme absorpsi melalui mucosa usus terjadi dengan transport aktif dan oleh difusi.

ABSORPSI DI USUS HALUS.

Normal absorpsi di usus halus setiap harinya terdiri dari beberapa ratus gram karbohydrat, 100 gram atau lebih lemak, 50 sampai 100 gram asam amino, 50 sampai 100 gram ion 8 atau 9 liter air. Akan tetapi kapasitas absorpsi usus halus kenyataan jauh lebih besar dari itu yaitu beberapa kg karbohydrat, 500 - 1000 gram lemak, 500 - 700 gram asam amino dan 20 liter atau lebih air sehari. Sebagai tambahan usus besar dapat menyerap lebih banyak air dan ion sungguhpun tanpa bahan makanan.

Absorpsi air.

Air di transport melewati membran intestinum seluruhnya dengan proses difusi dan mengikuti hukum osmosis biasa. Sehingga bila chymus sangat cair maka air diabsorpsi melalui mucosa kedalam darah di villi dengan osmosis. Bila ada cairan hyperosmotik dari gaster masuk duodenum maka dalam beberapa menit terjadi osmosis kedalam chymus hingga tercapai isosmotik dengan plasma. Jadi selalu diusahakan bahwa chymus isosmotik disepanjang usus halus dan besar. Bahan bahan yang larut diabsorpsi dari lumen usus kedalam darah, sebab itu tekanan osmotik chymus bertendensi menurun. Tetapi segera terjadi difusi air melalui membran usus mengikut absorpsi bahan larut tersebut sehingga tercapai lagi isosmotik.

Absorpsi ion. Transport aktif Na. 20 sampai 30 gram disekresikan dalam usus setiap hari. Konsumsi seseorang sehari 4 - 5 gram, sehingga seluruh usus men-  
 absorpsi setiap harinya 25 - 35 gram natrium, kira kira 1/7 dari semua nat-  
 rium di tubuh. Dalam keadaan normal sekresi dan absorpsi Natrium terjadi se-  
 cara kontinu dan hilangnya minimal sekali dalam feces. Natrium sangat pon-  
 tian dalam absorpsi gula dan asam amino.

Mekhanisme dasar absorpsi Natrium di usus adalah sama dengan di tubuli ginjal seperti terlihat pada gambar 18. Kekuatan absorpsi Na disediakan oleh transport aktif dari Na dari dalam cell epitel melalui dinding samping sel ke dalam ruangan interseluler. Transport aktif tunduk pada hukum transport aktif biasa yaitu memakai carrier, memerlukan energi dan memakai enzim tertentu didalam atau pada permukaan membrane cell. Transport aktif Na menur-  
 runkan konsentrasi dalam cell menjadi 50 mEq/liter. Karena normaliter kon-  
 setrasi Na dalam chymus adalah 142 mEq/liter ( seperti dalam plasma )

Na akan berdifusi dari chymus melalui brush border cell-epitel ke dalam cytoplasma cell epitel, ini mengganti Na yang di-transport aktif keluar dari cell epitel ke dalam ruangan intercelluler. Selanjutnya menyusul osmo-  
 sis air keluar dari sel epitel ke dalam ruangan intercelluler yang disebab-  
 kan oleh perbedaan osmotik ( timbul oleh penurunan konsentrasi Na dalam cell dan konsentrasi yang meningkat di ruang intercelluler ). Gerakan osmo-  
 tik air menimbulkan aliran diruangan intercelluler kemudian melalui base-  
 ment membrane epitel dan akhirnya ke dalam sirkulasi darah villi-villi.

Air yang baru berdifusi bersama Na melalui brush border cell epitel untuk mengganti air yang mengalir ke dalam ruangan intercelluler.

#### Transport Chloride .

Dibagian atas dari usus halus, transport Chloride terjadi secara difusi pa-  
 sif, transport Na ion melalui epitel menimbulkan keadaan elektronegatif de-  
 lam chymus dan elektropositif pada bagian basal cell epitel. Kemudian ion  
 Chloride akan bergerak mengikuti ion Na. Sebagai tambahan absorpsi pasif  
 yang mengambil sebagian besar absorpsi chlorida di usus, maka sel epitel  
 dari ileum distal dan dari usus besar mempunyai kemampuan untuk absorpsi  
 chlorid secara aktif. Keadaan ini terjadi oleh suatu mekanisme transport  
 aktif gabungan yang ketat, dimana terdapat sekresi ion bicarbonat dalam  
 jumlah yang sama. Sebab dari mekanisme ini ialah ion bicarbonat dipa-

beberapa ion bicarbonat dipakai untuk menetralkan dari produk asam yang dihasilkan oleh bakteri -khususnya di usus besar .

Beberapa toksin bakteri misalnya cholera , bacil coli dan staphylococ dapat merangsang dengan kuat mekanisme pertukaran chlorida - bicarbonat.

Ion bicarbonat yang disekresi membawa serta ion Na dan keduanya juga membawa serta sejumlah air equivalent dengan tekanan osmotiknya. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya diarrhea atau keluarnya cairan secara cepat dari bagian distal usus. Diarrhea pada cholera dapat begitu berat / hebat dan dapat menyebabkan kematian dalam 24 jam .

Absorpsi ion ion lain . Ion Calcium diabsorpsi secara aktif khususnya di duodenum dan absorpsi ini disesuaikan dengan kebutuhan tubuh akan calcium. Faktor utama yang mengatur adalah hormon parathyroid dari glandula parathyroidca . Dengan adanya hormon tersebut calcium dapat diabsorpsi terhadap dua kali perbedaan konsentrasi. Demikian pula vitamin D menaikkan absorpsi Ca. Ion Besi diabsorpsi secara aktif di usus halus . Perinsip absorpsi besi dan pengaturan absorpsinya adalah sebanding dengan kebutuhan tubuh.

Kalium, magnesium, phosphate dan mungkin ion lain dapat juga di absorpsi secara aktif melalui mucosa. Umumnya ion monovalent secara normal di absorpsi dalam jumlah sedikit , ketetulan jumlah sedikit pula yang dibutuhkan tubuh.

### A B S O R P S I M A K R A E A N

Absorpsi Carbohydrat. Semua carbohydrate diabsorpsi dalam bentuk monosaccharida , luren . dari 1% berbentuk disaccharida dan tidak ada berupa turunan yang lebih besar. Absorpsi carbohydrate sangat sedikit lewat difusi karena pori mucosa sangat tidak permeabel untuk bahan larut dalam air dengan EM lebih besar dari 100.

Transport monosaccharide secara aktif dibuktikan oleh beberapa percobaan:

1. Transport dapat diblock oleh metabolic inhibitor seperti iodoacetic acid , cyanida dan phlorizin.
2. Transport adalah selektif, mentransport beberapa monosaccharide tetapi monosaccharide yang lain tidak. Urutan dibandingkan dengan glucose

adalah :

- Galactosa	1.1
- Glucose	1.0
- Fructose	0.4
- Mannosa	0.2
- Xylosa	0.15
- Arabinosa	0.1

3. Terdapat maksimum transport untuk setiap monosaccharida yang tercepat adalah galactosa kemudian glucosa. Fructosa monosaccharida yang penting dalam gizi diabsorpsi kurang cepat lebih kurang setengah kecepatan absorpsi galactosa dan glucosa.

4. Terdapat semacam kompetisi diantara macam gula tersebut untuk sistim carrier, misalnya apabila terjadi transport banyak galactosa maka transport glucosa akan berkurang.

Mekhanisme absorpsi monosaccharida tidak diketahui dengan jelas tetapi kita mengetahui adanya fakta-fakta sebagai berikut :

1. Sifat kimia dari monosaccharida yang mengalami transport aktif (selain fructosa yang mempunyai carrier tersendiri) adalah :
  - a. enam atau lebih atom C .
  - b. Struktur cincin D-Pyranose .
  - c. Suatu gugusan hydroxyl intake pada Carbon 2 .

2. Transport glucosa dan galactosa mengalami block bila transport Natrium di block, karena itu diduga bahwa energi untuk transport monosaccharide disediakan oleh sistim transport Natrium. Teorinya adalah sebagai berikut : diketahui bahwa carrier untuk transport glucosa dan lain monosaccharide khususnya galactosa terdapat di brush border dari sel epitel. Akan tetapi carrier ini tidak akan mentransport glucosa tanpa adanya Na. Karena itu juga bahwa carrier itu mempunyai receptor untuk molekul glucosa maupun untuk ion Na dan tidak akan terjadi transport glucosa kedalam cell tanpa secara simultan receptor itu berisi keduanya yaitu molekul glucosa maupun ion Na. Energi untuk membawa carrier dari bagian luar ke bagian dalam membrane disebabkan oleh perbedaan konsentrasi Na antara bagian luar dan dalam. Jadi bila Na berdifusi kedalam cell maka dibawa carrier tersebut yang juga berisi molekul glucosa. Teori ini disebut " Sodium gradient theory " untuk transport glucosa.

#### Transport Fructosa.

Transport fructosa berbeda dengan transport monosaccharida yang lain.

Transportnya tidak dapat di block oleh racun metabolisme phlorrhizin dan dalam proses transport dirobah menjadi glucosa @ sebelum masuk kedalam darah portal. Perobahan ini terjadi dalam epitel cell, fructosa pertama kali difosforilase kemudian baru dirobah ke glucosa dan akhirnya dikeluarkan oleh cell epitel ke dalam darah.

Perolehan aktif transport fruktosa dengan monosaccharida yang lain adalah penting untuk pengobatan gangguan genetik dimana salah satu carrier dari monosaccharida lain tidak ada. Monosaccharida lain yang penting, glucose dan galactosa pada penyakit tersebut dapat diabsorpsi hanya dalam jumlah sedikit dan orang tersebut akan sangat menderita. Akan tetapi dengan memberi fruktosa yang banyak sekali, maka kalori yang diperlukan dapat dicukupi dan penyakitnya dapat disembuhkan.

Absorpsi protein. Hampir semua diabsorpsi dalam bentuk esensial.

Tetapi dalam jumlah kecil dipeptida dapat diabsorpsi, demikian pula dapat diserap dalam bentuk protein asli dalam molekul yang sangat kecil sekali (cara pinocytosis).

Prinsip dasar absorpsi serupa glucose yaitu beberapa asam amino diabsorpsi secara selektif dan beberapa asam amino berperanan dalam absorpsi asam amino yang lain pula; ini menggambarkan bahwa terdapat sistem carrier yang umum. Akhirnya terdapat pula racun metabolisme yang memblock absorpsi asam amino seperti pada glucose. Absorpsi asam amino berjalan jauh lebih cepat daripada digesti protein di intestinum. Karena itu absorpsinya bergantung pada kecepatan digesti protein ke dalam asam amino. Karena itu selama digesti tidak terdapat asam amino bebas di intestinum, setiap molekul hasilkan secepatnya diabsorpsi. Meskipun absorpsi tidak diketahui dengan jelas terdapat 4 macam carrier transport asam amino :

1. Transport asam amino neutral
2. Transport asam amino dasar
3. Transport asam amino acilic
4. Transport spesifik untuk prolin dan hydroxyproline

Demikian pula transport sistin ini mempunyai affinitet lebih besar terhadap L stereoisomer asam amino daripada D stereoisomer.

Suatu percobaan telah membuktikan bahwa pir'oxal phosphat suatu derivat dari vitamin pyridoxin dibutuhkan untuk transport asam amino.

Transport asam amino seperti glucose terjadi hanya dengan adanya transport natrium. Selanjutnya sistin carrier transport asam amino terdapat di brush border sel epitel. Diduga bahwa transport asam amino oleh sel ini gradient mekanisme seperti pada glucose.

Absorpsi lemak

Digesti lemak terurai menjadi monoglycerida dan asam lemak bebas. Kedua hasil ini terlaput dalam lipid micelles, asam empedu. Karena dimensi molekul micelles ini dan bagian luarnya bermuatan tinggi, micelles ini larut dalam chymus. Dalam bentuk ini monoglycerida dan asam lemak ditransport ke permukaan sel epitel. Pada waktu dipernukakan kedua zat segera berdifusi melalui membran epitel dengan menin, bahkan micelles asam empedu masih di chymus. Micelles ini kemudian berdifusi kembali dalam chymus dan reabsorpsi lebih banyak monoglycerida dan asam lemak dan mentawanya ke dalam epitel lagi. Jadi asam empedu melakukan fungsi " Ferry " pada absorpsi lemak. Dengan adanya asam empedu berlobihin absorpsi lemak akan berjumlah 97% sedangkan tanpa asam empedu hanya 50 - 60%. Mekanisme absorpsi monoglycerida dan asam lemak melalui brush border didasarkan bahwa keduanya sangat larut dalam lemak, sehingga larut dalam membrane dan berdifusi ke dalam cell. Triglycerida yang tidak dicerna dan diglycerida keduanya sangat mudah larut dalam membran lipid sel epitel. Akan tetapi hanya sedikit saja dari 2 bahan ini normal diabsorpsi karena micelles asam empedu tidak melarutkan tri-maupun di-glycerida sehingga tidak dapat di ferry kan ke membran epitel. Sesudah masuk dalam epitel maka monoglycerida di digesti ke dalam glycerol dan asam lemak oleh lipase sel epitel. Kemudian asam lemak bebas oleh endoplasmic reticulum kembali dirobah menjadi triglycerida. Hampir semua glycerol yang dipakai untuk tujuan ini disetesa dari alpha-glycerophosphate. Akan tetapi sejumlah kecil glycerol dari monoglycerida timbul pula di triglycerida yang baru dibentuk. Triglycerida yang dibentuk terkumpul di globuli bersama dengan cholesterol, phospholipid yang diabsorpsi dan phospholipid yang baru disynthesa. Setiap bahan itu dilapis dengan lapisan protein yang disynthesa oleh endoplasmic reticulum. Massa globuler ini dengan lapisan protein menonjol dari pinggir sel epitel ke dalam ruang intercelluler, dan dari sini pergi ke central lacteal villi. Globules disebut chylomicrons. Lapisan protein chylomicron membuatnya hydrophil sehingga memberikan stabilitas suspensi di cairan extra cell. Racun atau gangguan genetic yang mencegah pembentukan lapisan protein untuk chylomicron menyebabkan penclompokan lemak di sel epitel dan tidak disekresi ke dalam cairan extra cell.



sel epitel chylomicron per di "central lacteal vill" dan terus

masuk oleh pompa lymphatic ke ductus thoraxicus untuk pada akhirnya masuk di vena vena besar di leher .

Kira kira 80% dari semua lemak yang diabsorpsi di intestinum ditransportasikan dalam jalan ini.

Merupakan rantai pendek dari lemak seperti " Butter fat " yang di absorpsi langsung ke darah portal dan tidak lewat triglyceride melalui lymph.

Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh karena rantai asam lemak pendek lebih larut dalam air sehingga terjadi difusi langsung dari sel epitel masuk ke darah. Di bagian atas usus halus, garam empedu tidak diabsorpsi ini menyebabkan garam tersebut tetap berada dalam chymus dan meneruskan fungsinya yaitu mem-fa-r-y asam lemak bebas dan monoglyceride ke mucosa intestinum. Garam empedu akhirnya di absorpsi dari ileum bagian distal sebelum chymus masuk ke dalam usus besar. Absorpsi ini proses aktif dan memakai carrier. Setelah diabsorpsi di ileum distalis maka garam empedu kembali disekresi dalam empedu oleh hepar dan ini kembali lagi ke usus bagian atas. Jadi garam empedu yang sama di-sekresi beberapa kali dalam sehari dan berulang-ulang terpakai dalam proses absorpsi lemak. Hanya 5% garam empedu akan hilang; setiap siklus sirkulasi garam empedu. kadang garam empedu ini tidak di absorpsi dan terus dengan chymus masuk dalam usus besar ( ileitis) menyebabkan diarrhoea karena effect detergent dari garam empedu dan menyebabkan iritasi mucosa usus besar.

#### ABSORPSI DI USUS BESAR ; PEMBLITUKAL FALCIS.

Kira kira 500 - 1000 ml chymus masuk melalui valvula iliocecal ke dalam intestinum crassum setiap harinya. Sebagian besar air dan elektrolit diabsorpsi di colon dengan hanya sedikit akan 100 - 200 ml cairan yang di sekresi dalam feces. Sebagian besar absorpsi usus besar terjadi di setengah bagian atas colon; bagian ini disebut " absorbing colon " sedang bagian distal colon yang berfungsi penyimpanan disebut " Storage Colon "

#### Absorpsi /sekresi elektrolit dan air.

Mucosa usus besar mempunyai kapasitas absorpsi sangat besar dari Natrium dan potensial listrik yang timbul karena absorpsi Natrium tersebut menyebabkan juga absorpsi chloride. Sebagai tambahan mucosa usus besar ( separ-

... komposisi feces sangat penting...  
... jumlah ion klorida yang sangat banyak...  
... hasil akhir kerja bakteri yang asam di colon.

Absorpsi ion Natrium dan Chlorida menimbulkan perbedaan osmotik di usus...  
... besar, sehingga menyebabkan absorpsi air.

Bakteri di colon.

Banyak bakteri terutama bacilli coloe terdapat di absoring colon.

Bakteri ini berkemampuan dipecah sejumlah kecil cellulose sehingga meng-  
hasilkan beberapa kalori setiap hari. Oleh karena itu bakteri sangat ener-  
gi ini sangat penting terutama pada manusia tidak beranti. Bahan-bahan lain  
lain sebagai akibat kerja bakteri adalah vitamin K, vitamin B<sub>12</sub>, Thiamin,  
riboflavin dan berbagai gas yang membantu menghasilkan flatus di colon.

Komposisi Feces .

Feces terdiri atas 75% air dan 25% bahan padat.

Bahan padat terdiri dari :

- 30% bakteri mati
- 10-20% lemak
- 10-20% bahan inorganic
- 2-3 % protein
- 30% bahan kasar makanan dan bahan lain dipecah

Bagian terbesar dari lemak adalah asam lemak yang tidak diabsorpsi, lemak  
yang dihasilkan bakteri dan lemak yang ada di epitel.

Warna coklat dari feces disebabkan oleh stercobilin.

Bau yang terpenting disebabkan oleh kerja bakteri, bervariasi dari sa-  
tu orang dengan orang lain, bergantung dari macam flora bakteri dan macam  
makanan. Bau ini berasal dari : indole, skatole, mercaptan dan hydrogen sul-  
fide .

F I S I O L O G I  
K E P U S T A K A A N

1. Bykov . K . M . 1964

Text Book of Physiology, Peace Publisher, Moscow

2. Guyton . A . C . 1976

Text Book of Medical Physiology, Saunden, Phila -  
delphia .

3. Radiopoetro . 1974

Fisiologi, Yayasan S T O Yogyakarta

4. Housay . B . A .

Human Physiology, McGraw Hill, New York .