

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

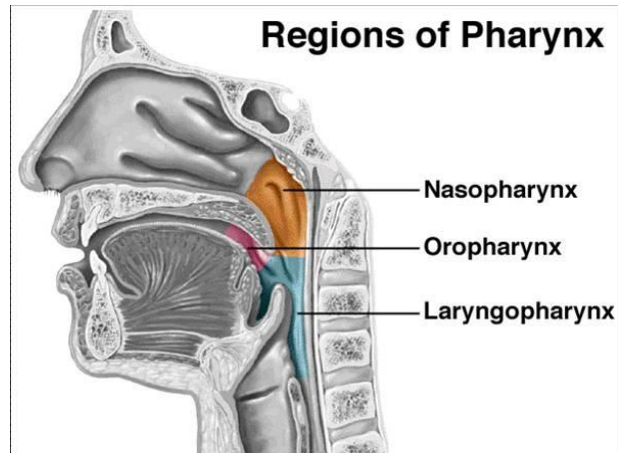
2. 1 Nasopharynx

2.1.1 Anatomi Nasopharynx

Atas dasar letaknya nasopharynx merupakan bagian pars nasalis dari cavum pharyngis. Fungsional merupakan bagian dari traktus respiratorius. Ruangnya berbentuk irregulair, dan untuk mempermudah deskripsi dianggap mempunyai 6 dinding.⁶

Dinding depan miring ke arah craniodorsal. Dinding ini hampir seluruhnya merupakan dua lubang yaitu choanae, yang dipisahkan satu sama lain oleh septum nasi. Choanae menghubungkan nasopharynx dengan cavum oris proprium. Dinding posterior hampir vertikal, berbatasan dengan pars basilaris ossis occipitalis, arcus anterior atlantis, corpus axis. Dinding atas (atap) miring ke dorsocaudal dan melanjut sebagai dinding posterior. Dinding caudal (dasar) adalah palatum molle. Dinding lateral ditempati oleh ostium pharyngeum tubae, torus tubarius, recessus pharyngeus.⁶

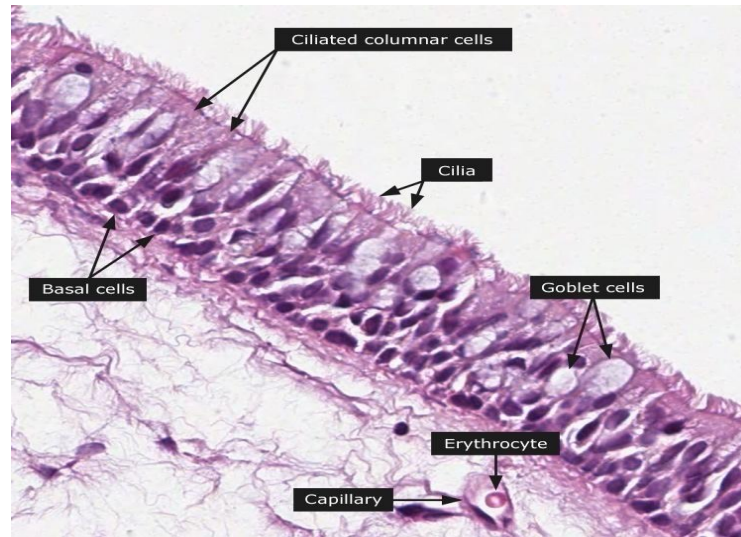
Setinggi palatum, nasopharynx menyempit untuk membentuk isthmus pharyngeum, yang menghubungkan nasopharynx ini dengan oropharynx. Seperti juga dibagian pharynx lainnya, membran mukosa nasopharynx mengandung jaringan elastis dan banyak glandula pharyngea yang terutama bersifat mukus.⁶



Gambar 1. Anatomi nasopharynx⁷

2.1.2 Histologi Nasopharynx

Pada saat menelan, makanan tidak masuk kedalam nasopharynx karena palatum mole akan menempel pada dinding belakang pharynx sehingga nasopharynx dan oropharynx terpisah. Dinding belakang dan samping mengandung otot polos sehingga dapat melebar dan menyempit. Epitel nasopharynx adalah epitel kolumnar pseudokompleks bersilia dan pada bagian yang berdekatan dengan oropharynx berepitel skuamus kompleks berkeratin, ini merupakan akibat dari gesekan dengan oropharynx yang terus menerus. Pharynx mempunyai jaringan limfoid yaitu tonsila faringea, tonsila palatine, tonsila lingualis dan tonsila tubaria.⁵



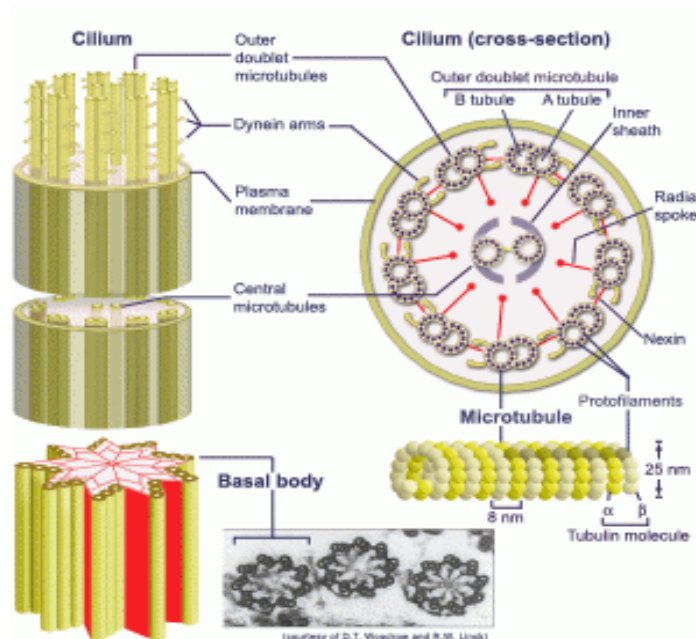
Gambar 2. Histologi Nasopharynx Normal⁸

2.1.3 Silia

Silia terdapat pada saluran respirasi (cavum nasi, sinus paranasalis, nasopharynx, laring, epiglottis, trakhea, bronkhus, bronkiolus, bronkiolus respiratorius) dan alat reproduksi (uterus dan tuba fallopi). Terdapat 2 macam jenis silia yaitu silia bergerak (kinosilia) dan silia tidak bergerak (stereosilia), stereosilia berbentuk seperti mikrovili panjang-panjang saling bergandengan melalui anastomosis yang fungsinya memperluas permukaan sekretorik.⁹

Silia pada saluran respirasi merupakan salah satu mekanisme pertahanan tubuh terhadap benda asing. Silia merupakan struktur yang menonjol dari permukaan sel. Bentuknya panjang, dibungkus oleh membran sel dan bersifat *mobile*. Setiap sel epitel saluran nafas, memiliki 250 silia pada permukaan apikalnya. Panjangnya antara 2-6 μm dengan diameter 0,3 μm . Struktur silia terbentuk dari dua mikrotubulus

sentral tunggal yang dikelilingi sembilan pasang mikrotubulus luar yang dikenal sebagai konfigurasi 9+2. Maksudnya adalah ultrastruktur silia dibentuk oleh 2 mikrotubulus sentral dan sebelah luarnya dikelilingi oleh 9 pasang mikrotubulus (*outer double microtubules*). Pada *outer double microtubules* ini dapat dibedakan menjadi subfibril A dan subfibril B. Subfibril A memiliki struktur *dynein arms* (lengan dynein) sedangkan subfibril B tidak. Pasangan mikrotubulus luar ini berhubungan dengan tubulus sentral melalui *radial spoke*.^{5,9-11}



Gambar 3. Anatomi molekuler silia⁸

Gerakan silia merupakan gerakan cepat dan tiba-tiba ke salah satu arah (*active stroke*) dengan ujungnya menyentuh lapisan mukoid sehingga menggerakkan lapisan ini. Kemudian silia kembali bergerak secara lambat dengan ujung tidak mencapai lapisan tadi (*recovery stroke*). Perbandingan durasi gerakannya kira-kira 3:1. Sedangkan frekuensi dari pergerakan silia ini adalah 800 kali per menit. Dengan

demikian gerakannya menyerupai ayunan tangan seorang perenang. Silia ini tidak bergerak secara serentak, tetapi berurutan seperti efek domino (*metachronical waves*).^{9,10}

Gerak silia terjadi karena mikrotubulus meluncur satu sama lainnya. Sumber energinya ATP yang berasal dari mitokondria. Mitokondria terletak dibawah silia, selain mitokondria terdapat badan basal. Mitokondria ini akan menyediakan *adenosine trifostat* (ATP) yang diperlukan untuk penggetaran silia. ATP berasal dari pemecahan ADP dan ATPase. ATP berada di lengan dynein yang menghubungkan mikrotubulus dalam pasangannya dan menimbulkan aksi-reaksi. Sedangkan antara pasangan yang satu dengan yang lain dihubungkan dengan bahan elastis yang disebut neksin.^{9,10}

Silia berperan dalam transport mukosiliar yang bekerja secara aktif dan simultan bergantung pada gerakan silia untuk mendorong gumpalan mukus dan benda asing yang terperangkap masuk saat menghirup udara melalui sistem pengangkutan di saluran pernafasan atas dan bawah hingga ke saluran pencernaan. Transport mukosiliar bergantung pada keadaan gerak silia, palut lendir dan interaksi antara keduanya. Daya pembersih mukosiliar dapat berkurang oleh karena perubahan komposisi palut lendir, aktivitas silia yang abnormal, peningkatan sel-sel infeksi, perubahan histopatologi sel hidung, hambatan sel ekskresi ataupun obstruksi anatomi.⁹

Sakakura membagi disfungsi mukosiliar hidung menjadi kelainan primer dan sekunder. Kelainan primer berupa diskinesia silia primer dan fibrosis kistik. Kelainan

sekunder berupa influenza, sinusitis kronik, rhinitis atrofi, rhinitis vasomotor, deviasi septum, sindroma Sjorgen, dan penyakit adenoid.¹²

Waguespack mendeskripsikan keadaan yang mempengaruhi transportasi mukosiliar adalah faktor fisiologis atau fisik, polusi udara dan rokok. Kelainan kongenital, rhinitis alergi, infeksi virus atau bakteri, obat-obat topical, obat-obat sistemik, bahan pengawet dan tindakan operasi.¹²

Pada penelitian Romanelli dan kawan-kawan, mereka menduga bahwa aktivitas silia setelah kematian bergantung pada proses produksi ATP yang akan mempengaruhi durasi dari fenomena supravital ini. Hasil dari penelitian mereka mengindikasikan bahwa setelah 16-18 jam, metabolisme energi untuk pergerakan silia ini berakhir. Tetapi pada kasus yang spesifik pergerakan silia masih dapat terlihat sampai 30 jam, hal ini masih belum dapat dijelaskan.⁴

2.1.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Gerakan Silia Nasopharynx

2.1.3.1 Merokok

Ketika sedang menghisap rokok, sel-sel di saluran napas memproduksi mukus lebih banyak. Selain itu, rokok membuat silia yang normalnya bekerja mengeluarkan benda asing dari saluran napas menjadi kurang aktif. Kurang berfungsinya silia ini mengakibatkan mukus, bakteri dan partikel-partikel lainnya yang terinhalasi menetap di saluran napas. Ketika sedang tidur, silia mulai berfungsi lagi membersihkan saluran napas dan berusaha mengeluarkan partikel asing (kemungkinan disebabkan oleh adanya gaya gravitasi). Saat bangun, muncullah gejala berupa batuk yang merupakan

salah satu cara mengeliminasi zat iritan dan mukus yang sudah terkumpul di saluran nafas. Paparan rokok dalam jangka waktu panjang akan membuat silia berhenti berfungsi secara total sehingga paru dan saluran napas perokok lebih mudah mengalami iritasi dan terinfeksi.¹³

2.1.3.2 Polusi Udara

Secara umum, efek pencemaran udara terhadap saluran pernafasan dapat menyebabkan pergerakan silia saluran pernafasan menjadi lambat dan kaku bahkan dapat berhenti sehingga tidak dapat membersihkan saluran pernafasan akibat iritasi oleh bahan pencemar. Produksi lendir akan meningkat sehingga menyebabkan penyempitan saluran pernafasan dan rusaknya sel pembunuh bakteri di saluran pernafasan.¹¹

2.1.3.3 Suhu Kamar

Frekuensi gerakan silia bergantung pada suhu. Pada suhu 37°C dan pada suhu kamar tidak ada perbedaan yang signifikan. Antara suhu 20°C-45°C silia bergerak dengan frekuensi 8-11 Hz. Pada suhu 50°C frekuensi gerakan silia turun dan sel menjadi mati.¹⁴

2.1.3.4 Suhu Dingin

Pada suhu 5°C, silia menjadi sangat imotil, dibawah 5°C gerakan silia mencapai 0 hz. Tetapi ketika suhu dirubah menjadi 20°C maka motilitas silia akan menjadi normal. Fenomena ini menunjukkan bahwa frekuensi gerakan silia akan semakin meningkat apabila temperatur meningkat. Proses pembuatan ATPlah yang mengontrol frekuensi gerakan silia pada suhu ini. *Ciliary palsy* diinduksi oleh suhu dingin, sehingga frekuensi infeksi respiratori ini lebih banyak ditemukan pada musim dingin. Selain itu, viskositas mukus yang meningkat pada suhu dingin akan menyebabkan penurunan frekuensi gerakan silia.¹⁴

2. 2 Lama Waktu Kematian

Dalam thanatologi terdapat beberapa istilah tentang mati yaitu mati somatis (mati klinis), mati suri, mati seluler, mati cerebral dan mati otak (batang otak). Dimana kematian bagi manusia dipandang dari dua dimensi, yaitu kematian manusia sebagai individu (*somatic death*) dan kematian seluler (*cellular death*). Oleh sebab itu kematian manusia dilihat dari kedua dimensi tadi, dengan catatan bahwa kematian sel (*cellular death*) akibat ketiadaan oksigen baru akan terjadi setelah kematian manusia sebagai individu (*somatic death*).^{2,15}

Bukti yang digunakan dalam menentukan lama waktu kematian berasal dari 3 sumber :

1. Bukti fisik yang terdapat pada tubuh korban
2. Lingkungan tempat terjadinya tindak pidana, disekitar tubuh korban

3. Anamnesis bukti, didasarkan pada kelakuan hidup sehari-hari, gerak-gerik dan aktivitas sehari-hari.

Ketiga bukti diatas dapat ditelusuri untuk membuat sebuah kesimpulan, kapan waktu kematian atau apa saja penyebab luka yang mengakibatkan kematian tersebut.¹⁶

Untuk menentukan saat kematian seseorang dipergunakan perubahan-perubahan yang terjadi pada tubuh jenazah meskipun rentang waktu dari variasi terjadinya perubahan-perubahan tersebut sangat luas. Perubahan-perubahan tersebut dibagi menjadi dua, yaitu perubahan eksternal dan perubahan internal.¹⁷

Bentuk perubahan tersebut adalah:

- 1) Perubahan eksternal

Perubahan eksternal ini dikenal juga sebagai tanda pasti kematian dengan manifestasi sebagai berikut :

- a. Penurunan suhu tubuh (*algor mortis*)

Metode ini merupakan metode sederhana dan paling mudah dilakukan. Pemeriksaan *algor mortis* hanya dapat dilakukan pada daerah tropis. Dimana pada iklim yang ekstrim suhu tubuh mungkin hanya mengalami penurunan sedikit. Kecepatan penurunan suhu dipengaruhi suhu sekeliling, aliran dan kelembaban udara, bentuk tubuh, posisi tubuh dan pakaian. Penurunan suhu tubuh akan lebih cepat pada suhu keliling yang rendah, lingkungan berangin dengan kelembaban rendah, tubuh yang kurus, posisi terlentang, tidak berpakaian atau berpakaian tipis, dan pada umumnya orang tua serta anak kecil.^{3,5,17}

Kesalahan dalam menentukan lama waktu kematian berdasarkan penurunan suhu tubuh sering terjadi walaupun yang melakukan pemeriksaan adalah orang yang ahli dalam bidangnya. Pemeriksaan suhu rektal sering tidak akurat karena banyak faktor yang mempengaruhi seperti suhu lingkungan. Metode ini sekarang tidak direkomendasikan lagi.³

b. Lebam Mayat (*Livor mortis, postmortem lividity, postmortem sugilation, postmortem hypostasis, vibicies*)

Lebam mayat terjadi akibat gaya gravitasi terkumpulnya darah dalam jaringan kulit dan subkutan disertai pelebaran pembuluh kapiler pada bagian tubuh yang letaknya rendah atau bagian tubuh yang tergantung. Keadaan ini memberi gambaran berupa warna ungu kemerahan. Lebam mayat ini biasanya berkembang secara bertahap dan dimulai dengan timbulnya bercak-bercak yang berwarna keunguan dalam waktu kurang dari setengah jam sesudah kematian dimana bercak-bercak ini intensitasnya menjadi meningkat dan kemudian bergabung menjadi satu dalam beberapa jam kemudian, dimana fenomena ini menjadi komplet dalam waktu kurang lebih 8 – 12 jam, pada waktu ini dapat dikatakan lebam mayat terjadi secara menetap.^{3,18}

Darah tidak mempunyai karakteristik yang khas dalam menentukan mekanisme kematian, meskipun beberapa buku mengatakan bahwa darah akan sulit membeku dalam waktu lama pada kematian yang disebabkan oleh asfiksia. Distribusi

pada lebam mayat penting karena akan menunjukkan adanya pemindahan jasad korban setelah meninggal berupa pola sekunder. Tetapi waktu pemindahan jenazah sulit untuk diperkirakan secara akurat. Dalam perkembangannya lebam mayat terlalu banyak memiliki variabel, sehingga keakuratannya menjadi berkurang.³

c. Kaku mayat (*Rigor Mortis*)

Kaku mayat dibuktikan dengan memeriksa persendian. Kaku mayat mulai tampak kira-kira 2 jam setelah mati klinis, dimulai dari bagian luar tubuh (otot-otot kecil) ke arah dalam (sentripetal). Setelah mati klinis 12 jam kaku mayat menjadi lengkap, dipertahankan selama 12 jam kemudian menghilang dalam urutan yang sama. Kaku mayat umumnya tidak disertai pemendekan serabut otot, tetapi jika sebelum terjadi kaku mayat otot berada dalam posisi teregang, maka saat kaku mayat terbentuk akan terjadi pemendekan otot.¹⁵

Knight mengatakan bahwa penggunaan *rigor mortis* dalam penentuan waktu kematian tidak akurat. Karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu lingkungan dan aktivitas sebelum kematian. *Rigor mortis* akan terjadi secara cepat pada suhu lingkungan dibawah 10°C tetapi jika suhu lingkungan meningkat *rigor mortis* terjadi secara normal.³

d. Pembersukan

Pembersukan adalah proses degradasi jaringan yang terjadi akibat autolisis dan kerja bakteri. Autolisis adalah pelunakan dan pencairan jaringan yang terjadi dalam keadaan steril, autolisis timbul akibat kerja digestif oleh enzim yang dilepaskan sel pasca mati dan hanya dapat dicegah dengan proses pembekuan jaringan. Pada autolisis terjadi pelepasan enzim yang berasal dari pankreas dan asam lambung yang berasal dari lambung. Pankreas menghasilkan banyak enzim pencernaan diantaranya adalah amilase, lipase, dan tripsinogen. Pada kematian, enzim ini dilepaskan oleh sel eksokrin dari pankreas dan enzim ini mencernakan dirinya sendiri (terjadi autodigesti). Lambung terdiri dari banyak sel yang menghasilkan enzim dan asam hidroklorida yang dilepaskan pada sel lambung dan membuat terjadinya autodigesti dari mukosa lambung itu sendiri (gastromalasia). Jika hal ini terjadi secara terus-menerus, maka akan menyebabkan perforasi dari lambung. Hal yang sama terjadi pada esophagus sehingga terjadi esophagomalasia. Akibat dari gastromalasia dan esophagomalasia, akan menyebabkan perembesan isi cairan lambung ke cavum abdomen sehingga menyebabkan penghancuran organ sekitar. Ketika sel tubuh mencapai fase akhir dari proses autolisis, suasana lingkungan sekitar menjadi anaerob. Pada saat ini bakteri normal dari tubuh akan mulai berkembang dan menghancurkan jaringan tubuh dengan memproduksi asam, gas dan bahan-bahan organik (fase *putrefaction*).^{3,16,19}

Pembusukan akan timbul lebih cepat bila suhu lingkungan optimal yaitu terjadi 21,1°C-37,8°C dan akan terhambat apabila temperatur berada dibawah 10°C. Di United Kingdom pembusukan pada musim panas terjadi setelah 24 jam sedangkan pada musim dingin pembusukan berlangsung 10-14 hari.^{3,19}

Banyak variasi dari laju dan onset pembusukan. Dimana, media mayat berada juga memegang peranan penting dalam kecepatan pembusukan mayat. Kecepatan pembusukan ini digambarkan dalam rumus klasik Casper dengan perbandingan tanah : air : udara = 1:2:8 artinya mayat yang dikubur ditanah umumnya membusuk 8 kali lebih lama dari pada mayat yang terdapat di udara terbuka. Ini disebabkan suhu didalam tanah yang lebih rendah terutama dikubur ditempat yang lebih dalam, terlindung dari binatang dan insekta, dan rendahnya oksigen menghambat berkembang biaknya organisme aerobik.²⁰

e. Timbulnya larva

Jika pembusukan terus berlangsung, maka bau busuk yang timbul akan menarik lalat untuk hinggap pada mayat. Lalat menempatkan telurnya pada mayat, di mana dalam waktu 8-24 jam telur akan menetas menghasilkan larva yang sering disebut belatung. Dalam waktu 4-5 hari, belatung ini akan menjadi pupa, dimana setelah 4-5 hari kemudian akan menjadi lalat dewasa. Pada tahap ini bagian dari tulang tengkorak mulai tampak. Rektum dan uterus juga tampak dan uterus gravid juga akan mengeluarkan isinya.²¹

2) Perubahan internal

Perubahan internal disini dimaksudkan sebagai perubahan yang terjadi di dalam tubuh. Dimana pemeriksaan ini ini membutuhkan pemeriksaan dalam atau pemeriksaan penunjang untuk mengetahuinya. Biasanya ditunjukkan dalam perubahan kimiawi yaitu kenaikan potassium pada cairan bola mata, kenaikan non protein nitrogen dalam darah, kenaikan ureum darah, penurunan kadar gula darah dan kenaikan kadar dextrose pada vena cava inferior.²

a. Perubahan biokimiawi post mortem

Dalam cairan vitreous terjadi peningkatan kadar kalium yang cukup akurat untuk memperkirakan saat kematian antara 24 hingga 100 jam pasca mati. Akan tetapi perubahan ini banyak variasi, pada masing-masing peneliti berbeda 95% dalam menentukan lama waktu kematian.^{3,15}

b. Pengosongan isi lambung

Pengosongan isi lambung ini masih menjadi kontroversi di antara ahli-ahli forensik oleh karena kecepatan pengosongan lambung sangat bervariasi demikian pula kondisi isi lambungnya. Namun keadaan lambung dan isinya mungkin dapat membantu dalam membuat keputusan.¹⁵

2.3 Kematian Sel (*Cellular Death*)

Jika seseorang sebagai individu telah meninggal dunia maka sel-sel akan tetap hidup secara sendiri-sendiri. Meskipun sel-sel ini tidak mendapatkan *supply* oksigen.

Daya tahan hidup masing-masing organ atau jaringan berbeda-beda, sehingga terjadinya kematian seluler pada tiap organ atau jaringan tidak bersamaan.²

Stimulus yang terlalu berat dan berlangsung lama serta melebihi kapasitas adaptif sel akan menyebabkan kematian sel di mana sel tidak mampu lagi mengkompensasi tuntutan perubahan. Sekelompok sel yang mengalami kematian dapat dikenali dengan adanya enzim-enzim lisis yang melarutkan berbagai unsur sel serta timbulnya peradangan. Leukosit akan membantu mencerna sel-sel yang mati dan selanjutnya mulai terjadi perubahan-perubahan secara morfologis.²²

Kekurangan oksigen (hipoksia) adalah penyebab paling umum cedera dan kematian seluler. Hal ini dapat disebabkan karena kurangnya suplai darah pada daerah yang terlokalisasi dan bekuan dalam lumen pembuluh darah. Penyebab lainnya bisa karena embolisme, infark dan nekrosis. Hipoksia ini akan mempengaruhi respirasi oksidasi aerob. Pada kondisi aerob (tersedia oksigen) sistem enzim mitokondria mampu mengkatalisis oksidasi asam piruvat menjadi H_2O dan CO_2 serta menghasilkan energi dalam bentuk ATP (Adenosin Tri Phospat). Ketika tidak tersedia oksigen maka akan terjadi proses respirasi anaerob. Pada kondisi anaerob (tidak tersedia oksigen), suatu sel akan dapat mengubah asam piruvat menjadi CO_2 dan etil alkohol serta membebaskan energi (ATP). Atau oksidasi asam piruvat dalam sel otot menjadi CO_2 dan asam laktat serta membebaskan energi (ATP). Proses anaerob ini akan berakhir dengan kematian sel.²³