

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Respirasi

2.1.1 Definisi dan Fungsi Sistem Respirasi

Sistem respirasi merupakan sistem organ yang berperan dalam proses pertukaran gas dan memiliki fungsi penting dalam mempertahankan kelangsungan hidup. Sistem ini tersusun atas berbagai organ yang bekerja secara terintegrasi untuk melaksanakan proses respirasi. Pada respirasi eksternal terjadi pertukaran oksigen (O_2) dari atmosfer ke dalam darah serta pertukaran karbon dioksida (CO_2) dari darah ke atmosfer melalui paru-paru. Selain itu, terdapat respirasi internal, yaitu proses pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara darah sirkulasi dengan sel-sel jaringan di seluruh tubuh untuk mendukung aktivitas metabolisme (Yolanda et al., 2022).

Sistem respirasi merupakan sistem organ yang berfungsi untuk melakukan pertukaran gas, yaitu mengambil oksigen (O_2) dari lingkungan dan mengeluarkan karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil metabolisme sel. Oksigen yang dihirup melalui saluran pernapasan akan mencapai alveolus, tempat terjadinya difusi ke kapiler darah, kemudian diangkut oleh darah menuju seluruh jaringan tubuh untuk memenuhi kebutuhan metabolisme sel. Sebaliknya, karbon dioksida yang dihasilkan dari proses metabolisme sel akan diangkut melalui aliran darah menuju kapiler alveolus, berdifusi ke dalam alveolus, dan selanjutnya dikeluarkan ke lingkungan melalui saluran pernapasan (Sutrisno, 2018).

2.1.2 Struktur Sistem Respirasi

Sistem respirasi adalah sekumpulan organ dan jaringan yang memiliki tugas untuk melakukan pertukaran gas, yaitu menyerap oksigen dari udara dan mengeluarkan karbon dioksida ke lingkungan (Syabillah et al., 2026).

Menurut Handayani (2021) sistem respirasi dibagi menjadi dua bagian, yaitu organ pernafasan atas dan organ pernafasan bawah.

a) Organ Sistem Pernapasan Atas

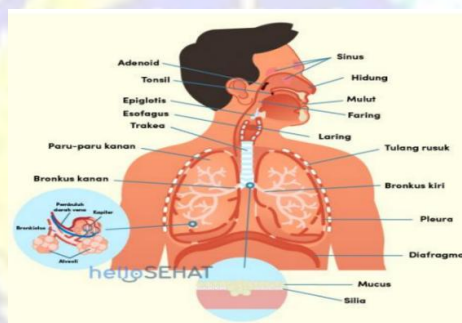
- 1) Hidung: Hidung merupakan pintu masuk dan keluar udara saat melakukan pernapasan. Lapisan dalam hidung dilapisi oleh serat-serat halus yang bertugas menyaring partikel kotor dari udara yang dihirup. Selain itu, udara juga dapat masuk dan keluar melalui mulut.
- 2) Sinus: Terdapat sinus di kedua sisi hidung yang berdekatan dengan tulang pipi, di belakang tulang hidung, di antara kedua mata, serta di bagian tengah dahi. Sinus berfungsi untuk membantu mengontrol suhu dan kelembapan udara yang dihirup melalui hidung.
- 3) Adenoid: Adenoid merupakan jaringan dari kelenjar limfatik yang terletak di area tenggorokan. Didalam adenoid terdapat kumpulan sel serta pembuluh darah yang mengalirkan cairan ke seluruh tubuh.
- 4) Tonsil: Tonsil merupakan istilah lain untuk amandel. Amandel sendiri adalah kelenjar limfa yang terletak di dinding faring (tenggorokan).
- 5) Faring: Faring (bagian atas tenggorokan) berfungsi untuk mengalirkan udara dari hidung dan mulut yang kemudian diteruskan ke trakea (saluran tenggorokan).
- 6) Epiglotis: Epiglotis merupakan lipatan dari jaringan tulang rawan yang

menyerupai daun, dan berada di belakang lidah, tepat di atas laring atau kotak suara. Ketika kita bernapas, epiglotis terbuka agar udara bisa masuk ke laring dan menuju paru-paru. Namun, ketika kita sedang makan, epiglotis akan menutup untuk menghindari makanan dan minuman masuk ke dalam saluran pernapasan secara tidak sengaja.

b) Organ Sistem Respirasi Bawah

- 1) Laring: Laring terdiri dari sepasang pita suara yang terbuka saat kita bernapas dan menutup saat memproduksi suara.
- 2) Trakea (batang tenggorokan): Trakea merupakan komponen penting dari saluran pernapasan yang berfungsi untuk mengalirkan udara ke paru-paru dan sebaliknya untuk proses pernapasan.
- 3) Tulang rusuk: Tulang rusuk berfungsi sebagai penyangga bagi rongga dada dan melindungi organ-organ di dalam dada, seperti jantung dan paru-paru, dari benturan atau goncangan.
- 4) Paru-paru: Fungsi utama paru-paru dalam sistem pernapasan adalah menyimpan udara yang kaya oksigen yang dihirup melalui hidung dan mengalirkannya ke pembuluh darah agar dapat didistribusikan ke seluruh tubuh.
- 5) Pleura: Paru-paru dilindungi oleh lapisan tipis yang disebut pleura, yang juga menutupi bagian dalam ruang dada.
- 6) Bronkiolus: Bronkiolus memiliki peran untuk mengatur jumlah udara yang masuk dan keluar selama proses pernapasan.
- 7) Alveoli: Didalam sistem pernapasan, alveoli berfungsi sebagai tempat di mana pertukaran oksigen dan karbon dioksida terjadi.

- 8) Tabung bronkial: Didalam tabung bronkial paru-paru, terdapat silia berupa rambut-rambut halus yang bergerak seperti ombak. Gerakan ombak dari silia ini akan menggerakkan mukus (dahak atau cairan) ke atas menuju tenggorokan. Silia juga terdapat di dalam hidung. Peran lendir atau dahak pada tabung bronkial adalah untuk menangkap debu, kuman, atau benda asing lainnya agar tidak memasuki paru-paru. Batuk juga dapat berfungsi sebagai mekanisme pertahanan sistem pernapasan untuk mencegah masuknya benda asing ke dalam paru-paru.
- 9) Diafragma: Diafragma merupakan otot yang kuat yang memisahkan ruang dada dari ruang perut. Dengan pergerakan ke arah bawah, dia menciptakan ruang kosong untuk menarik udara dan mengembangkan paru-paru.



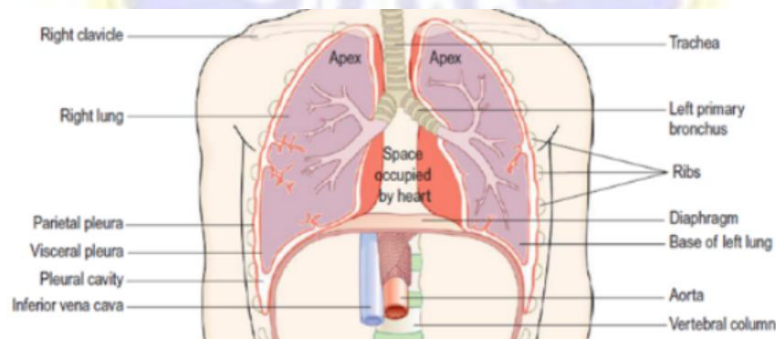
Gambar 2. 1 Sistem Respirasi
(Sumber: Handayani, 2021)

2.2 Paru-Paru

2.2.1 Struktur Paru-Paru

Paru-paru memiliki peran dalam proses pernapasan, yaitu dengan menarik oksigen dari lingkungan yang masuk melalui hidung hingga mencapai alveolus paru. Oksigen yang berada di alveolus paru kemudian akan disalurkan ke dalam aliran darah untuk membantu metabolisme karbon dioksida. Produk dari metabolisme karbon dioksida adalah karbon dioksida yang akan dikeluarkan dari darah untuk dibebaskan ke udara luar (Hidayah et al., 2020).

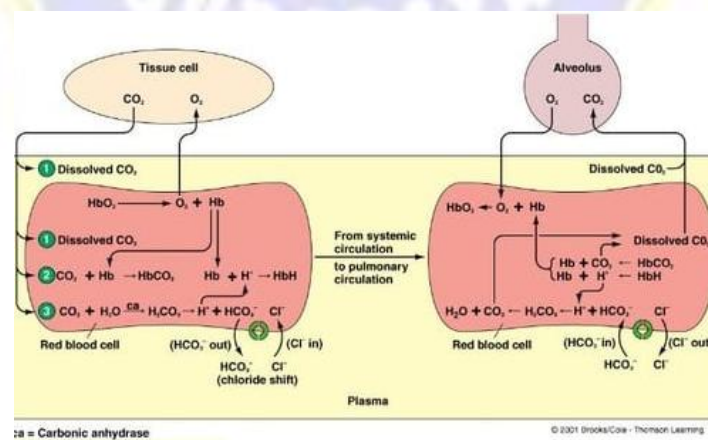
Paru-paru yang dipisahkan oleh ruang yang disebut mediastinum. Di atas tulang rusuk pertama terdapat bagian atas paru-paru, dan pada diafragma terletak bagian bawah paru-paru. Fisura oblik membagi paru-paru kiri menjadi dua bagian, yaitu lobus atas dan lobus bawah. Sementara itu, fisura oblik dan fisura horizontal membagi paru-paru kanan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu lobus superior, lobus medius, dan lobus inferior. Paru juga terbagi menjadi sepuluh bagian yang lebih kecil, yang disebut segmen bronkopulmonal. Kesepuluh segmen tersebut didukung oleh bronkus tersier yang spesifik. Setiap paru-paru dilapisi oleh pleura, yaitu sebuah membran yang bersifat serosa. Ada dua lapisan membran pleura, yaitu pleura parietalis dan pleura visceralis. Pleura parietal berada di bagian luar, yang menutupi dinding rongga dada dan lapisan dalamnya, sedangkan pleura visceral langsung menempel pada permukaan paru-paru. Antara pleura parietal dan pleura visceral terdapat ruang yang disebut rongga pleura, yang berisi cairan sebagai bahan pelumas. Di dalam paru-paru terdapat alveoli yang memiliki bentuk rongga. Setiap alveoli tertutupi dengan lapisan tipis dari cairan interstisial yang berbahan dasar air. Serabut kolagen ada di dinding paru-paru dan bisa meregang, sehingga paru-paru bisa mengembang lagi (Umara et al., 2021).



Gambar 2. 2 Struktur Paru
(Sumber: Umara et al., 2021)

2.2.2 Mekanisme Pertukaran Gas

Pertukaran gas di dalam paru-paru terjadi melalui difusi karena adanya perbedaan konsentrasi gas. Dalam kondisi biasa, ruang alveolus di paru-paru mengandung udara dengan kadar oksigen yang lebih tinggi dibandingkan kadar oksigen dalam pembuluh darah, sehingga oksigen dapat berdifusi masuk ke dalam darah. Sementara karbon dioksida berada dalam kondisi yang berlawanan. Pertukaran gas di paru-paru tidak bisa terjadi tanpa bantuan darah dalam mengangkut gas tersebut. Sebagian besar gas oksigen dibawa ke dalam darah dengan terikat pada hemoglobin, membentuk senyawa oksihemoglobin (HbO_2). Di jaringan yang memiliki kadar oksigen rendah, oksihemoglobin akan melepaskan oksigen ke dalam tubuh, sehingga oksigen bisa terdistribusi ke dalam sel-sel yang membutuhkan. Sementara itu, hemoglobin hanya menangkap sedikit karbon dioksida, membentuk karbominohemoglobin (HbCO_2). Sebagian besar karbon dioksida dibawa dalam bentuk asam karbonat karena bereaksi dengan air. Reaksi ini dipermudah oleh enzim karbonat anhidrase yang terdapat di dalam sel darah merah. Sebagian kecil karbon dioksida juga dibawa ke dalam darah dalam bentuk gas yang larut di plasma



Gambar 2. 3 Mekanisme Pertukaran Gas
(Sumber: Solihat et al., 2022)

darah (Solihat et al., 2022).

2.3 Karbon Dioksida

2.3.1 Definisi dan Peran CO₂

Karbon dioksida (CO₂) merupakan hasil akhir dari proses metabolisme aerobik dan dihasilkan di dalam mitokondria karena adanya tekanan CO₂ yang tinggi. Karbon dioksida memiliki beberapa peran dalam tubuh manusia, seperti menjaga keseimbangan pH darah, merangsang proses pernapasan, serta mempengaruhi kemampuan hemoglobin dalam mengikat O₂. Karbon dioksida adalah gas yang tidak memiliki warna, tidak memiliki bau, dan tidak berbahaya dalam jumlah yang kecil. Namun, kadar karbon dioksida yang tinggi sangat berbahaya sehingga dapat menyebabkan hipoksia (Rusmini et al., 2025).

Selain itu, karbon dioksida dibawa dalam darah dari jaringan ke paru-paru dengan tiga cara utama, yaitu terlarut dalam plasma, bergabung dengan hemoglobin membentuk karbaminohemoglobin, dan dalam bentuk ion bikarbonat yang merupakan bentuk yang paling dominan. Proses pengangkutan ini melibatkan enzim karbonat anhidrase yang berfungsi dalam mengubah CO₂ menjadi asam karbonat dan selanjutnya menjadi ion bikarbonat, sehingga mempermudah pengeluaran CO₂ lewat paru-paru. Proses ini sangat penting untuk menjaga keseimbangan dalam tubuh, karena gangguan dalam pengaturan kadar karbon dioksida dapat menyebabkan ketidakseimbangan asam-basa dan memengaruhi fungsi organ-organ penting (Sutrisno, 2018).

Karbon dioksida merupakan salah satu gas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan organik maupun bahan bakar. Salah satu sumber pembakaran yang menghasilkan CO₂ adalah obat nyamuk bakar. Selain CO₂,

proses pembakaran obat nyamuk bakar juga menghasilkan berbagai polutan lain, seperti karbon monoksida (CO), oksida nitrogen (NO_x), partikulat halus (PM_{2.5}), dan senyawa organik volatil (*volatile organic compounds*/VOCs). Paparan terhadap asap hasil pembakaran tersebut dapat meningkatkan pembentukan radikal bebas dan stres oksidatif yang memicu respons inflamasi pada jaringan paru (Marlina & Armalina, 2016).

2.3.2 Pengaruh Peningkatan CO₂

Karbon dioksida (CO₂) merupakan senyawa yang tersusun atas satu atom karbon (C) dan dua atom oksigen (O). Dalam tubuh, CO₂ dihasilkan sebagai produk akhir metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein, dengan jumlah sekitar 200 mL per menit pada kondisi istirahat dengan konsumsi makanan campuran. Bersama ion bikarbonat (HCO₃⁻), CO₂ berperan dalam membentuk sistem penyangga (buffer) yang penting untuk menjaga keseimbangan pH darah. Peningkatan tekanan parsial CO₂ (pCO₂) dalam darah dapat memengaruhi afinitas hemoglobin terhadap oksigen sehingga berperan dalam proses pertukaran gas. Namun, paparan CO₂ dalam konsentrasi tinggi bersifat toksik dan dapat menyebabkan hipoksia. Menghirup udara yang mengandung CO₂ sebesar 1,5–3% dalam waktu beberapa hari dapat menimbulkan gejala seperti sakit kepala, vertigo, dan mual. Pada konsentrasi di atas 6%, CO₂ dapat menyebabkan kantuk, penurunan kemampuan bekerja, serta gangguan fungsi pernapasan dan kardiovaskular yang berpotensi mengancam jiwa (Rusmini et al., 2025).

Kadar CO₂ yang tinggi sangat berbahaya sehingga dapat menyebabkan hipoksia. Hipoksia merupakan kondisi di mana kadar oksigen dalam tubuh

berkurang, baik dalam jangka waktu yang pendek maupun panjang seiring berjalannya waktu. Jika kondisi ini berlangsung dalam waktu singkat, maka dapat muncul hipoksia akut. Namun, jika kondisi hipoksia ini berlangsung dalam waktu yang lama, maka akan menyebabkan hipoksia kronis (Agustina et al., 2023).

2.4 Murottal

2.4.1 Pengertian Murottal

Murottal adalah rekaman suara Al-Quran yang dibacakan oleh seorang qori. Pembacaan Al-Quran secara langsung memiliki unsur suara manusia, yang mana suara ini merupakan alat penyembuhan yang luar biasa serta mudah diakses. Suara dapat membantu menurunkan hormon-hormon yang menyebabkan stres, merangsang hormon endorfin alami, menciptakan perasaan tenang, dan mengalihkan perhatian dari ketakutan, kecemasan, dan ketegangan. Suara juga dapat memperbaiki sistem kimia dalam tubuh, sehingga dapat menurunkan tekanan darah, memperlambat pernapasan, detak jantung, denyut nadi, dan aktivitas gelombang otak (Somana & Priambodi, 2017).

Terapi murottal Al-Qur'an adalah salah satu bentuk terapi tanpa obat yang dapat membantu mempercepat proses kesembuhan. Mendengarkan ayat-ayat Al-Qur'an memiliki dampak yang besar dalam mengurangi ketegangan pada saraf refleks (Dianti & Indrawijaya, 2021). Salah satu cara spiritual yang terbukti berpengaruh besar pada kesehatan mental adalah dengan membaca Al-Qur'an secara rutin. Sebagai kitab suci umat Islam, Al-Qur'an tidak sekadar menjadi panduan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga menyimpan kebijaksanaan bagi siapapun yang membaca, memahami, dan menerapkannya.

(Jannah et al., 2025).

Intensitas suara merupakan salah satu faktor yang memengaruhi efektivitas terapi audio karena dapat memengaruhi respons fisiologis terhadap stimulus yang diberikan. Menurut Humaira et al., (2024) terapi murottal maupun terapi musik suara alam diberikan dengan intensitas 60 dB untuk menghasilkan stimulus suara yang nyaman dan memberikan efek relaksasi, seperti menurunkan kecemasan, mengurangi ketegangan otot, meredakan nyeri, serta menimbulkan rasa tenang. Berdasarkan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan terapi murottal dengan intensitas 45 dB, yang masih termasuk dalam kategori suara rendah dan nyaman didengar. Pemilihan intensitas 45 dB bertujuan untuk memberikan stimulus suara yang jelas namun tetap lembut sehingga tidak menimbulkan kebisingan atau stres tambahan pada hewan coba. Dengan demikian, penggunaan intensitas 45 dB diharapkan tetap mampu memberikan efek relaksasi sekaligus meminimalkan pengaruh kebisingan terhadap hasil penelitian.

2.4.2 Pengaruh Murottal

Murottal Al-Quran adalah sarana pengobatan yang membantu memulihkan keseimbangan sel yang telah rusak. Sementara mendengarkan musik klasik dapat berdampak pada kecerdasan intelektual dan emosional, maka bacaan Al-Quran juga berpengaruh pada kecerdasan spiritual seseorang. Pernapasan yang lebih dalam atau lebih lambat dapat menghasilkan rasa tenang, menjaga pengendalian emosi, membantu dalam pemikiran yang lebih mendalam, dan situasi pembedahan dapat menimbulkan reaksi emosional seperti rasa takut, kemarahan, kegelisahan, dan kecemasan (Rilla et al., 2014).

Paparan murottal Al-Qur'an pada *Rattus* diketahui dapat mengurangi tingkat hormon dan mengurangi respon peradangan. Di jaringan paru-paru, dampak ini terlihat dengan adanya perbaikan pada histopatologi, seperti berkurangnya infiltrasi sel-sel peradangan, penurunan edema pada alveolus, serta peningkatan keteraturan struktur alveolus (Yunus et al., 2021).

Murottal dapat memberikan efek relaksasi yang terkait dengan perubahan ritme pernafasan. Dalam penelitian Mukhlis & Marini (2020), pemberian terapi murottal menunjukkan adanya perubahan pada frekuensi pernafasan setelah proses intervensi dilakukan. Penelitian menunjukkan bahwa rata-rata frekuensi pernafasan sebelum terapi adalah 67,00 kali/menit, namun setelah diberikan terapi murottal, frekuensi pernafasan turun menjadi 58,50 kali/menit. Hasil uji paired t-test menunjukkan nilai p sebesar 0,001 ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan yang nyata dalam frekuensi pernafasan sebelum dan setelah pemberian terapi murottal. Dalam penelitian itu, selama proses murottal dilakukan, para responden terlihat lebih rileks dan tenang, serta terdapat penurunan rata-rata frekuensi pernafasan. Kondisi rileks tersebut bisa jadi salah satu cara yang menjelaskan perubahan frekuensi dan pola bernafas setelah mendengarkan suara murottal.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, terapi murottal Al-Qur'an diketahui memiliki efek relaksasi yang mampu menurunkan respons stres dan inflamasi melalui modulasi sistem saraf otonom serta keseimbangan hormonal. Efek tersebut berpotensi mengurangi kerusakan jaringan paru dan mempertahankan integritas struktur alveolus, sehingga kualitas preparat histopatologi yang diwarnai dengan Hematoksilin Eosin, terutama kejelasan

inti sel dan sitoplasma, dapat diamati dengan lebih baik. Oleh karena itu, murottal Al-Qur'an berpotensi menjadi terapi nonfarmakologis yang mendukung pemeliharaan struktur jaringan paru akibat paparan polutan.

2.5 Histologi Jaringan

2.5.1 Definisi Histologi Jaringan

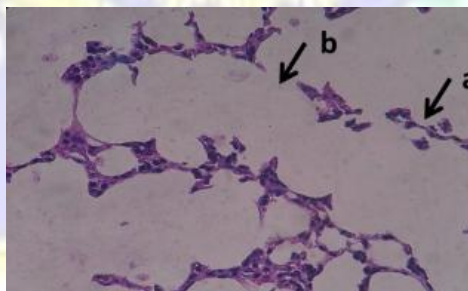
Histologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari struktur mikroskopis jaringan melalui pengamatan sediaan jaringan yang dipotong tipis menggunakan mikroskop. Ilmu ini menjadi dasar dalam perkembangan patologi dan patofisiologi karena memungkinkan identifikasi perubahan struktur jaringan yang berkaitan dengan proses penyakit. Histologi juga dikenal sebagai anatomi mikroskopis, yang berperan penting dalam memahami hubungan antara struktur dan fungsi sel, jaringan, serta organ pada manusia, hewan, maupun tumbuhan. Dalam bidang histopatologi, pemeriksaan histologi dimanfaatkan untuk membantu menegakkan diagnosis penyakit melalui identifikasi perubahan morfologi jaringan yang terjadi akibat gangguan fungsi fisiologis maupun kerusakan organ (Sari, 2024).

Histologi jaringan merupakan bidang dalam biologi yang mempelajari struktur mikroskopis dari jaringan tubuh organisme, meliputi komposisi sel, bentuk, ukuran, serta interaksi antarjaringan yang tidak terlihat tanpa alat bantu. Tujuan dari histologi adalah untuk mengerti fungsi normal jaringan, perubahan yang terjadi dalam keadaan fisiologis maupun patologis, dan sebagai dasar dalam diagnosis berbagai penyakit serta riset biomedis (Soesilawati, 2019).

2.5.2 Kerusakan Jaringan

Kerusakan jaringan paru merupakan perubahan struktur histologis paru yang ditandai dengan adanya infiltrasi sel inflamasi, destruksi septum interalveolar, dan edema alveolus sebagai respons terhadap paparan zat yang bersifat toksik. Perubahan tersebut terjadi akibat aktivasi proses inflamasi yang meningkatkan permeabilitas pembuluh darah dan pelepasan mediator inflamasi sehingga menyebabkan gangguan integritas jaringan paru (Ganesha et al., 2020).

Salah satu faktor yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan paru adalah paparan asap obat nyamuk bakar. Asap hasil pembakaran obat nyamuk bakar mengandung berbagai polutan, seperti karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), oksida nitrogen (NO_x), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), aldehida, dan partikel halus ($\text{PM}_{2.5}$). Paparan polutan tersebut dapat mengaktifasi makrofag alveolus dan memicu pelepasan mediator inflamasi sehingga meningkatkan infiltrasi sel radang, menyebabkan destruksi septum interalveolar, dan edema alveolus (Marlina & Armalina, 2016).



Gambar 2. 4 Mikroskopis Kerusakan Jaringan Paru
(Sumber: Marlina & Armalina, 2016)

2.6 Pewarnaan Hematoksilin Eosin (HE)

2.6.1 Definisi Pewarnaan HE

Pewarnaan jaringan merupakan tahapan penting dalam preparasi histologi yang bertujuan untuk meningkatkan kontras antara komponen sel dan

jaringan sehingga lebih mudah diamati menggunakan mikroskop. Setelah proses pengolahan jaringan selesai, pewarnaan dilakukan karena sebagian besar komponen jaringan bersifat transparan dan sulit dibedakan tanpa zat warna. Melalui proses ini, struktur dan morfologi jaringan dapat terlihat lebih jelas, sehingga memudahkan identifikasi susunan sel, jaringan, serta keberadaan dan distribusi berbagai jenis sel dalam preparat histologis (Laila et al., 2025). Salah satu metode pewarnaan yang paling umum digunakan dalam histologi adalah metode Hematoksilin Eosin.

Hematoksilin merupakan pewarna alami yang diperoleh dari ekstrak kayu *Haematoxylum campechianum*. Dalam proses pewarnaan, hematoksilin terlebih dahulu mengalami oksidasi menjadi hematein (hematin) dan kemudian membentuk kompleks dengan mordant sehingga dapat berikatan dengan komponen sel yang bermuatan negatif. Inti sel yang mengandung DNA dan kromatin bersifat asam (basofilik), sehingga memiliki afinitas tinggi terhadap kompleks hematein-mordant dan akan tampak berwarna biru hingga ungu. Sebaliknya, eosin merupakan pewarna asam yang bermuatan negatif dan memiliki afinitas terhadap komponen sel yang bersifat basa (eosinofilik), terutama protein pada sitoplasma serta beberapa serabut matriks ekstraseluler. Ikatan eosin dengan struktur tersebut menghasilkan warna merah muda hingga merah, sehingga memberikan kontras yang jelas terhadap pewarnaan inti sel oleh hematoksilin (Utami et al., 2025).

2.6.2 Prinsip Kerja Pewarnaan HE

Proses pewarnaan Hematoksilin Eosin bekerja melalui kombinasi rumit antara reaksi kimia dan interaksi fisik. Hematoksilin diubah melalui oksidasi

menjadi haematin, yang memiliki kemampuan pewarnaan yang rendah. Tahapan penting dalam proses ini adalah pembentukan kompleks antara pewarna dan mordant, di mana haematin berikatan dengan garam logam (biasanya aluminium, besi, atau tungsten) sehingga menghasilkan kompleks bermuatan positif. Kompleks kation ini memiliki daya tarik yang tinggi terhadap asam nukleat yang bermuatan negatif di dalam inti sel, yang mengarah pada pewarnaan inti sel. Warna merah kecokelatan yang awalnya muncul beralih menjadi biru yang khas melalui proses pembiruan, yang melibatkan peningkatan pH menjadi sekitar 8,5 dengan menggunakan larutan alkali. Eosin, yang berfungsi sebagai pewarna asam (tetrabromofluorescein), mengikat protein sitoplasma yang bermuatan positif melalui interaksi ionik, memberikan kontras yang penting terhadap pewarnaan nukleus dan menunjukkan variasi kepadatan sitoplasma serta komponen matriks ekstraseluler (S. Kurniawan, 2025).

Tahap pewarnaan Hematoksilin Eosin diawali dengan penghilangan parafin menggunakan xylol agar jaringan bisa menyerap warna. Preparat kemudian mengalami dehidrasi melalui alkohol bertingkat hingga mencapai kondisi berair. Selanjutnya, dilakukan pewarnaan dengan hematoksilin untuk mewarnai inti sel, diikuti dengan proses diferensiasi dan bluing untuk memastikan warna inti tampak jelas dan stabil. Setelah itu, preparat didehidrasi kembali dan diwarnai dengan eosin untuk memberikan warna pada sitoplasma dan jaringan ikat. Proses akhir melibatkan pembersihan menggunakan xylol dan penempelan dengan media mounting, sehingga preparat siap untuk diamati dibawah mikroskop (Apriani et al., 2023).

2.7 *Rattus norvegicus*

2.7.1 Pengertian dan Klasifikasi

Rattus norvegicus atau yang biasa disebut tikus putih adalah jenis hewan yang sering dimanfaatkan untuk keperluan penelitian. Fokus dari penelitian ini adalah untuk mengamati struktur dan histologi *Rattus norvegicus*. Dari segi morfologi, ciri khas *Rattus norvegicus* meliputi warna albino pada tubuhnya, ukuran kepala yang kecil, serta ekor yang lebih adalah dibandingkan dengan tubuhnya, pertumbuhannya yang cepat, sifatnya yang baik, kemampuan laktasinya yang tinggi, dan ketahanannya terhadap perlakuan. Umumnya, pada usia empat minggu, tikus putih memiliki berat sekitar 35-40 gram, dan berat rata-ratanya saat dewasa adalah 200-250 gram. Sedangkan dalam hal anatomi, tikus putih memiliki berbagai organ, termasuk kelenjar saliva sublimaxilari, laring, kelenjar tiroid, ventrikel, paru-paru, hati, diafragma, lambung, usus halus, usus besar, kelenjar limfa, dan sektum (Aisyah et al., 2023).



Gambar 2. 5 *Rattus norvegicus*
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026

Menurut Wati et al., (2024) klasifikasi dari *Rattus norvegicus* Adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*

Phylum : *Chordata*

Subphylum	: <i>Vertebrata</i>
Class	: <i>Mammalia</i>
Subclass	: <i>Theria</i>
Infraclass	: <i>Eutheria</i>
Order	: <i>Rodentia</i>
Suborder	: <i>Myomorpha</i>
Family	: <i>Muridae</i>
Superfamily	: <i>Muroidea</i>
Subfamily	: <i>Murinae</i>
Genus	: <i>Rattus</i>
Species	: <i>Rattus norvegicus</i>

2.7.2 Relevansi Tikus sebagai Model Penelitian

Hewan uji atau hewan eksperimental merupakan hewan yang sengaja dirawat dan dibudidayakan untuk dijadikan model dalam penelitian dan pengembangan berbagai bidang ilmu dalam konteks penelitian atau observasi di laboratorium. Tikus putih (*Rattus norvegicus*) sering dipakai sebagai hewan uji dalam berbagai studi (Intan & Khariri, 2020). Penggunaan hewan dalam penelitian dan pengujian dapat meningkatkan kualitas hidup hewan itu sendiri maupun manusia seperti untuk pengembangan vaksin, obat, alat diagnosis, uji toksisitas, uji coba klinis obat, perbaikan prosedur bedah dan lain-lainnya.

Salah satu alasannya adalah karena mereka menjadi objek studi yang umum, disebabkan oleh kesamaan genetik dengan manusia. *Rattus norvegicus* memiliki sekitar 90% kesamaan gen dengan manusia, hal ini memungkinkan peneliti untuk menyelidiki berbagai penyakit pada manusia dan menemukan

obat-obatan baru dengan menggunakan tikus sebagai model eksperimen (Wati et al., 2024).

