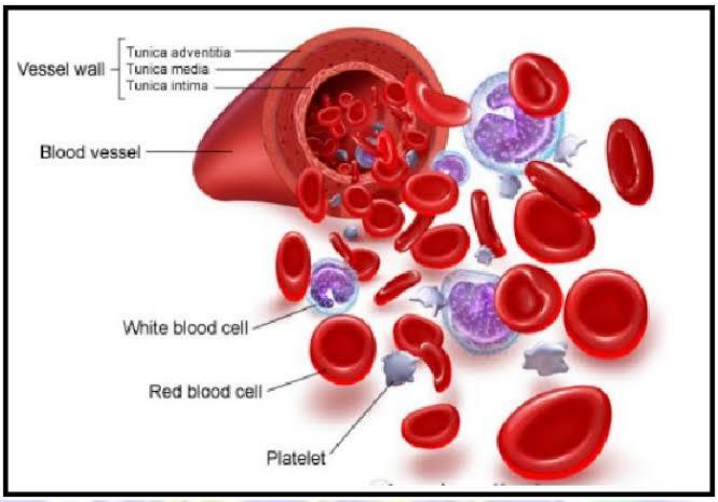
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Darah

2.1.1 Definisi Darah



Gambar 2. 1 Sel Darah
(Sumber: Syarifuddin, 2019)

Darah adalah cairan tubuh yang menjadi bagian dari sistem peredaran darah dan memiliki peran penting dalam mengangkut berbagai zat yang dibutuhkan tubuh, seperti oksigen, karbon dioksida, zat sisa hasil metabolisme, nutrisi, serta hormon (Jabar dkk., 2023). Darah berada di dalam pembuluh darah arteri dan vena serta merupakan komponen dari sistem organ tubuh manusia yang berperan penting dalam mempertahankan kelangsungan hidup (Buliani & Mustakim, 2025).

Darah tersusun atas dua komponen utama, yaitu plasma darah dan sel-sel darah. Sel darah terdiri dari tiga jenis, yakni sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Jumlah darah dalam tubuh kurang lebih mencapai satu per dua belas dari berat badan, atau sekitar lima liter. Dari total

tersebut, sekitar 55% berupa plasma darah, sedangkan 45% lainnya adalah sel darah (Fauzi & Senator, 2019).

2.1.2 Komponen Darah

Jumlah darah dalam tubuh manusia berbeda-beda, perbedaan tersebut dipengaruhi jenis kelamin yang berkaitan dengan ukuran dan proporsi tubuh. Pada laki-laki dewasa, volume darah umumnya berada pada kisaran 5–6 liter, sedangkan pada perempuan dewasa sekitar 4–5 liter. Darah tersusun atas dua komponen utama, yaitu komponen cair dan padat. Komponen cair berupa plasma darah, sementara komponen padat terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), serta keping darah (trombosit) yang berperan dalam proses pembekuan darah. Seluruh komponen darah yang beredar di dalam tubuh disebut sebagai darah utuh (whole blood), yang sebagian besar, sekitar 55%, terdiri dari plasma darah, sedangkan 45% sisanya merupakan sel-sel darah (Rosita dkk., 2019).

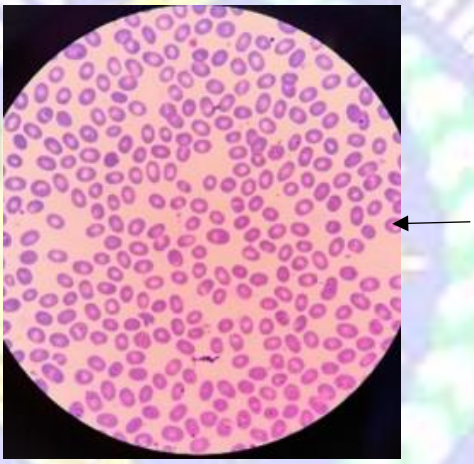
A. Plasma

Plasma darah adalah komponen terbesar dalam darah *whole blood* yang mengisi sebagian besar dari komposisi darah. Plasma darah merupakan cairan matriks ekstraseluler yang bening dengan sedikit warna kekuningan. Cairan ini terdiri dari berbagai komponen, di antaranya adalah air yang mencapai 92%, sedangkan 8% sisanya terdiri dari glukosa, lemak, protein, vitamin, hormon, enzim, antibodi, karbon dioksida, dan mineral lainnya. Di dalam plasma darah, protein yang terkandung umumnya terdiri dari albumin, globulin, dan fibrinogen (Rosita dkk., 2019).

B. Sel-Sel Darah

Bagian padat darah atau sel-sel darah menyusun sekitar 45% dari total darah. Komponen ini terdiri atas sel darah merah yang disebut eritrosit atau red blood cell (RBC), sel darah putih yang dikenal sebagai leukosit atau white blood cell (WBC), serta keping darah atau trombosit (platelet). Di antara ketiganya, sel darah merah merupakan komponen yang paling banyak jumlahnya, yaitu sekitar 44%, sedangkan sel darah putih dan trombosit hanya sekitar 1% (Dwi Kartika, 2018). Berikut beberapa jenis sel sel darah yaitu :

1. Eritrosit



Gambar 2. 2 Sel Eritrosit
(Sumber : Paska, 2023)

a. Definisi Eritrosit

Sel darah merah atau eritrosit merupakan jenis sel darah yang jumlahnya paling banyak di dalam tubuh manusia. Sel ini berperan penting dalam proses metabolisme untuk menghasilkan energi, serta bertugas mengangkut oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). Sel darah merah yang normal memiliki bentuk bikonkaf, tidak berinti, serta mengandung hemoglobin yang memberikan warna

merah pada darah (Yunus dkk., 2022). Eritrosit diproduksi di sumsum tulang melalui suatu proses yang dikenal sebagai eritropoiesis. Sel darah merah umumnya memiliki masa hidup sekitar 120 hari atau kurang lebih empat bulan. Setelah itu, sel yang sudah menua dan mengalami kerusakan akan dihancurkan di limpa, lalu digantikan oleh sel darah merah yang baru (Rosita dkk., 2019).

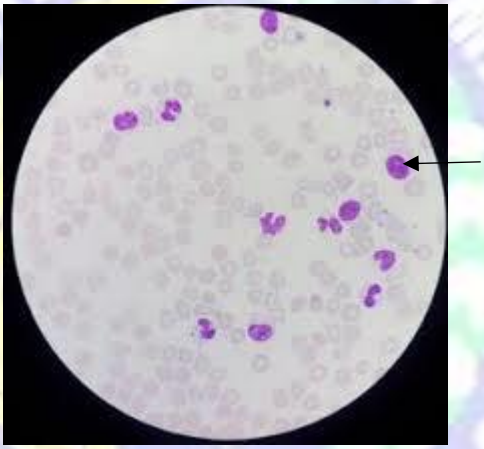
b. Proses Pembentukan Eritrosit

Eritropoiesis adalah proses pembentukan sel darah merah. Proses ini memerlukan berbagai faktor pendukung, seperti *stem cells* hematopoietik, sitokin tertentu, growth factor, serta pengatur hormonal. Proliferasi dan pematangan sel darah merah dikendalikan oleh sitokin, termasuk hormon eritropoietin. Produksi eritrosit merupakan proses yang dinamis dan berawal dari sel induk pluripoten, yaitu sel yang mampu berkembang menjadi berbagai jenis jaringan dalam tubuh, seperti kulit, tulang, dan saraf. Sel induk ini dipengaruhi oleh sitokin yang berperan dalam mengatur proses diferensiasi dan pematangan sel. Pembentukan eritrosit berada di bawah kendali hormon eritropoietin (EPO), yang diproduksi oleh ginjal dan berfungsi merangsang pembentukan kembali sel darah merah. Hormon EPO diedarkan melalui aliran darah dan berikatan dengan reseptor pada pronormoblas, yaitu sel prekursor eritrosit paling muda. Ikatan ini merangsang satu sel pronormoblas untuk menghasilkan sekitar 16 eritrosit yang telah matang (Widyana, 2022).

Eritrosit matang merupakan salah satu sel unik dalam tubuh manusia karena awalnya memiliki inti, namun kehilangan inti tersebut selama proses pematangan. Perkembangan ini terjadi di sumsum tulang dalam waktu sekitar lima hari, melalui

tiga kali pembelahan sel yang menghasilkan sel darah merah yang semakin kecil dan padat. Eritrosit yang telah matang berfungsi sebagai pembawa hemoglobin ke seluruh tubuh. Setelah berusia sekitar 120 hari, eritrosit akan menua dan dihancurkan. Bagian globin dari hemoglobin diuraikan menjadi asam amino yang dapat digunakan kembali sebagai protein oleh berbagai jaringan, sementara zat besi dari heme dimanfaatkan ulang untuk pembentukan eritrosit baru. Sisa lainnya akan diubah menjadi bilirubin yang berwarna kuning dan biliverdin yang berwarna kehijauan (Widyana, 2022).

2. Leukosit



Gambar 2. 3 Sel Leukosit
(Sumber : Rina, 2020)

a. Definisi Leukosit

Leukosit atau sel darah putih merupakan jenis sel darah yang masih memiliki inti, berbeda dengan sel darah merah yang tidak berinti. Jumlah leukosit normal dalam darah berada pada kisaran 4,3–10,8 × 10^9/L. Secara umum, leukosit berperan penting dalam sistem kekebalan tubuh, baik pada pertahanan bawaan yang bersifat nonspesifik maupun pada kekebalan spesifik atau adaptif. Berdasarkan jenisnya, leukosit dibagi menjadi lima kelompok, yaitu neutrofil, basofil, eosinofil,

monosit, dan limfosit. Setiap jenis leukosit tersebut memiliki ciri serta fungsi yang berbeda-beda (Rosita dkk., 2019).

b. Pembentukan Leukosit

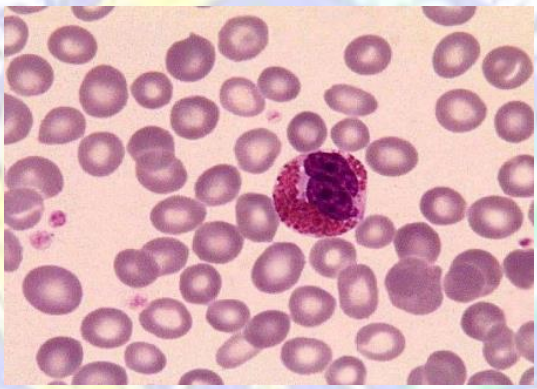
Menurut Nurjanah (2025) dalam bukunya menjelaskan bahwa proses pembentukan sel darah putih atau leukopoiesis dipicu oleh *colony stimulating factor* (CSF) yang dihasilkan oleh leukosit itu sendiri. Zat ini berfungsi mengaktifkan serta mempercepat produksi sel darah putih dengan merangsang sumsum tulang agar menghasilkan lebih banyak leukosit. Sel darah putih jenis granulosit, seperti neutrofil, eosinofil, dan basofil, dibentuk di sumsum tulang dan disimpan terlebih dahulu hingga tubuh membutuhkannya. Limfosit jenis sel darah putih lainnya yang diproduksi di beberapa organ, seperti sumsum tulang, timus, limpa, dan kelenjar getah bening. Proses pembentukannya dipengaruhi oleh peran timus serta paparan antigen yang merangsang aktivasi dan produksi limfosit. Ketika kebutuhan leukosit meningkat, granulosit tersebut dilepaskan ke dalam aliran darah.

Pembentukan leukosit terjadi melalui proses pembelahan sel yang disebut mitosis, yaitu pembelahan yang menghasilkan dua sel anak yang serupa. Melalui proses ini, jumlah leukosit dapat bertambah dengan cepat. Sel-sel hasil mitosis kemudian berkembang menjadi leukosit dewasa dan dilepaskan ke dalam darah. Setelah masuk ke aliran darah, leukosit biasanya beredar selama sekitar satu hari sebelum keluar dari pembuluh darah dan memasuki jaringan tubuh untuk menjalankan fungsi pertahanan. Di dalam jaringan, leukosit dapat bertahan selama beberapa minggu hingga beberapa bulan, tergantung pada jenisnya.

c. Jenis Jenis Leukosit

1. Eosinofil

Eosinofil berperan dalam mengatasi infeksi parasit, reaksi alergi, inflamasi, serta memiliki kemampuan fagositosis terbatas (Wen & Rothenberg, 2020). Eosinofil memiliki kemampuan untuk melawan berbagai jenis parasit, seperti cacing. Sel ini merupakan bagian dari sistem kekebalan tubuh dan berperan dalam pembentukan jaringan. Jumlah eosinofil sekitar 2–4% dari total leukosit. Ciri khas eosinofil terlihat pada inti sel yang memiliki dua lobus, serta adanya butiraberwarna merah pada sitoplasma yang tampak jelas setelah dilakukan pewarnaan eosin yang bersifat asam (Nurjanah, 2025).

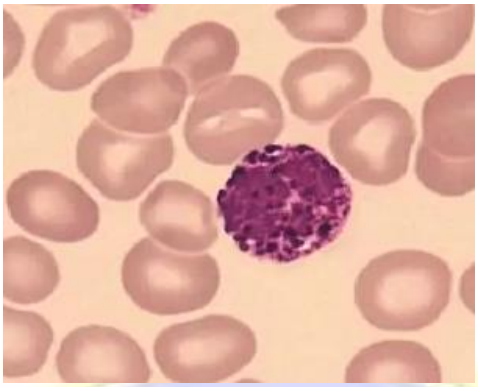


Gambar 2. 4 Sel Eosinofil
(Sumber : Yasivi, 2018)

2. Basofil

Basofil merupakan jenis sel darah putih yang jumlahnya paling sedikit, yaitu sekitar 0,5–1% dari keseluruhan leukosit. Proses pematangan basofil terjadi di sumsum tulang dan berlangsung selama kurang lebih 2–5 hari. Sel ini hanya beredar singkat di dalam aliran darah, sekitar enam jam, namun dapat bertahan hidup di jaringan tubuh hingga dua minggu dan akan berpindah ke jaringan sebagai respons terhadap peradangan. Ciri khas basofil terlihat dari banyaknya granula berwarna

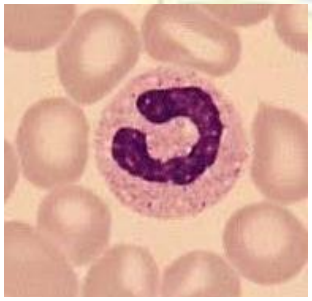
hitam keunguan yang hampir memenuhi seluruh sel, serta inti sel yang bentuknya tidak beraturan dengan dua lobus (Nurjanah, 2025).



Gambar 2. 5 Sel Basofil
(Sumber : Affini, 2023)

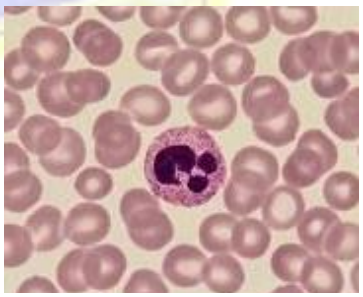
3. Neutrofil

Neutrofil berperan sebagai sel fagosit utama dalam pertahanan tubuh terhadap benda asing dan bakteri serta akan meningkat saat terjadi inflamasi (Malaha et al., 2023). Neutrofil memiliki granula halus yang bersifat netral sehingga pada pewarnaan tampak berwarna ungu atau merah muda samar. Sel ini merupakan jenis leukosit terbanyak, sekitar 50–70%, dengan ukuran ±14 µm. Neutrofil terdiri dari dua jenis, yaitu neutrofil batang dan neutrofil segmen. Neutrofil batang merupakan bentuk muda dengan inti menyerupai tapal kuda, yang akan berkembang menjadi neutrofil segmen seiring proses pematangan. Neutrofil memiliki sitoplasma luas



Gambar 2. 7 Neutrofil Batang

(Sumber : Syifa, 2022)



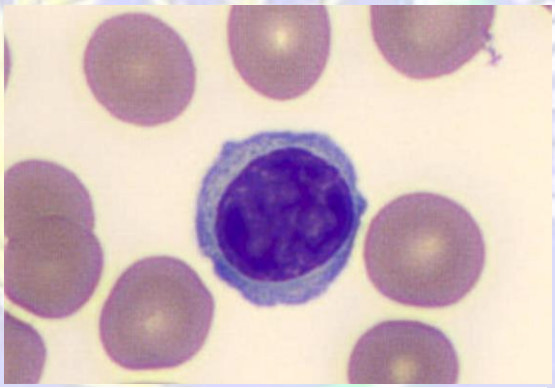
Gambar 2. 6 Neutrofil Segmen

(Sumber : Syifa, 2022)

berwarna merah muda pucat dengan granula halus berwarna ungu (Prasthio dkk., 2022).

4. Limfosit

Limfosit merupakan sel leukosit yang berperan dalam melindungi tubuh dari infeksi, patogen, dan sel kanker melalui pengenalan antigen, produksi antibodi, serta penghancuran sel yang terinfeksi (Ni'matullathifah, 2025). Limfosit merupakan jenis sel darah putih terbanyak kedua setelah neutrofil, dengan jumlah sekitar 20–40% dari total leukosit. Jumlah limfosit biasanya meningkat saat terjadi infeksi virus. Sel ini memiliki inti bulat berwarna gelap, dengan sitoplasma berwarna biru muda yang mengelilingi inti. Semakin besar ukuran sel limfosit, semakin banyak sitoplasma yang tampak (Rosita dkk., 2019).

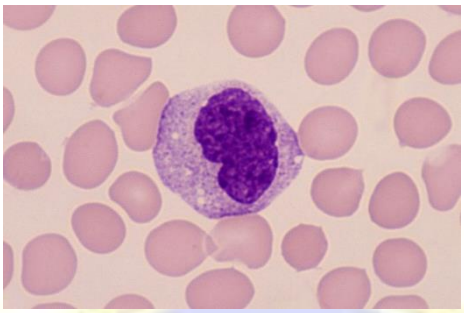


Gambar 2. 8 Sel Limfosit
(Sumber : Teresa, 2020)

5. Monosit

Monosit memiliki inti berukuran besar berwarna ungu dengan bentuk yang dapat menyerupai oval, ginjal, atau tapal kuda. Jumlah monosit berkisar sekitar 460 sel/µl atau sekitar 3–8% dari total leukosit. Sel ini memiliki sitoplasma yang luas dan hampir tidak mengandung granula. Monosit dapat beredar dalam darah selama kurang lebih tiga hari sebelum keluar dari sirkulasi, berubah menjadi makrofag, dan menyebar ke berbagai jaringan. Makrofag merupakan sel fagosit yang sangat aktif

dan mampu menelan hingga sekitar 25% dari volumenya setiap jam. Peningkatan jumlah monosit umumnya berhubungan dengan adanya infeksi kronis (Nurjanah, 2025).



Gambar 2. 9 Sel Monosit

(Sumber : Heidy, 2025)

3. Trombosit

Trombosit atau platelet merupakan fragmen sel berukuran sangat kecil berbentuk kepingan dengan diameter sekitar 2–4 µm. Jumlah trombosit normal pada orang dewasa berkisar antara 150.000 hingga 450.000 sel per mikroliter darah. Sel ini mengandung banyak vesikel, tetapi tidak memiliki inti. Masa hidup trombosit dalam sirkulasi relatif singkat, yaitu sekitar 5–9 hari, sebelum akhirnya mati dan dihancurkan oleh makrofag di hati dan limpa. Trombosit yang baru diproduksi di sumsum tulang merah akan menggantikan trombosit yang telah tua atau rusak. Trombosit berperan penting dalam proses pembekuan darah serta perbaikan pembuluh darah yang mengalami kerusakan ringan, sehingga membantu mencegah perdarahan (Rosita dkk., 2019).

2.2 Hitung Jenis Leukosit

Pemeriksaan hitung jenis leukosit, yang dikenal juga sebagai *differential counting*, merupakan bagian dari pemeriksaan darah lengkap. Pada pemeriksaan ini dilakukan penghitungan jenis leukosit yang meliputi kelompok granulosit, yaitu

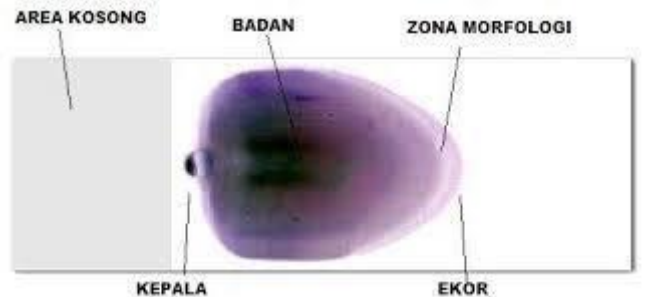
basofil, eosinofil, neutrofil batang, dan neutrofil segmen, serta kelompok agranulosit yang terdiri dari limfosit dan monosit. Hasil pemeriksaan hitung jenis leukosit dinyatakan dalam satuan persen (%) (Nurjanah, 2025). Dalam buku nya Nurjanah (2025) menyatakan bahwa nilai normal jenis leukosit sebagai berikut :

1. Neutrofil, pada orang dewasa sebesar 50 – 70% atau 2.500 sampai dengan 7.000 sel/mm3, sedangkan pada bayi baru lahir sebesar 61% dan bayi satu tahun sebesar 32%.
    a. Neutrofil segmen pada orang dewasa sebesar 50 – 65% atau 2.500 sampai dengan 6.500 sel/mm3.
    b. . Neutrofil batang pada orang dewasa sebesar 0 – 5% atau 0 sampai dengan 500 sel/mm3.
2. Eosinofil, pada orang dewasa sebesar 1 – 3% atau 100 sampai dengan 300 sel/mm3
3. Basofil, pada orang dewasa sebesar 0,4 - 1% atau 40 sampai dengan 100 sel/mm3
4. Monosit, pada orang dewasa sebesar 4 – 6% atau 200 sampai dengan 600 sel/mm3, sedangkan pada anak-anak usia 1 sampai dengan 12 tahun sebesar 4-9%.
5. Limfosit, pada orang dewasa sebesar 25 – 35% atau 1.700 sampai dengan 3.500 sel/mm3, sedangkan pada bayi baru lahir sebesar 34%, bayi satu tahun sebesar 60%, anak- anak usia 6 tahun sebesar 42% dan anak-anak uia 12 tahun sebesar 38%

Menurut Panggabean (2023) hitung jenis leukosit dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. **Metode Manual (SADT)**

Pemeriksaan hitung jenis leukosit dapat dilakukan melalui pembuatan Sediaan Apus Darah Tepi (SADT). Sampel yang digunakan dapat berupa darah kapiler tanpa antikoagulan atau darah vena yang diberi antikoagulan EDTA. Dalam proses pembuatan apusan darah, hanya sekitar ½ hingga ¾ bagian kaca objek yang digunakan. Ketebalan apusan harus diatur dengan baik agar eritrosit yang berdekatan dapat terlihat terpisah satu sama lain dan tidak saling menumpuk. Pengamatan sel leukosit dilakukan dengan menggunakan mikroskop, yaitu 10 lapangan pandang dengan total 100 sel leukosit yang ditemukan dalam SADT. Pemeriksaan hitung jenis dapat memberikan informasi yang spesifik mengenai adanya infeksi atau perkembangan penyakit yang dialami pasien.



Gambar 2. 10 Preparat SADT
(Sumber : Arif, 2015)

2. **Metode *Autoanalyzer***



Gambar 2. 11 *Hematology Analyzer*

(Sumber : Rahayu, 2021)

Hematology analyzer merupakan alat yang digunakan untuk pemeriksaan darah lengkap secara otomatis dengan cara menghitung dan mengukur sel-sel darah berdasarkan perubahan berkas cahaya saat sel melewati alat. Alat ini bekerja dengan prinsip *flow cytometry*, yaitu metode penghitungan dan analisis sel yang dialirkan dalam cairan melalui celah sempit sehingga setiap sel dapat dihitung dan diukur satu per satu. Selain jumlah dan ukuran sel, alat ini juga mampu memberikan informasi mengenai struktur intraseluler, termasuk inti sel. Pemeriksaan menggunakan alat otomatis dapat memberikan hasil dengan cepat, namun memiliki keterbatasan, terutama jika terdapat sel darah yang abnormal, seperti pada leukemia, infeksi bakteri berat, atau sepsis, di mana banyak ditemukan sel yang belum matang. Pada kondisi tertentu, seperti jumlah sel yang sangat tinggi sehingga tidak dapat dihitung oleh alat, pemeriksaan manual menjadi alternatif yang lebih tepat.

2.3 Kebisingan

2.3.1 Definisi Kebisingan

Bunyi merupakan perubahan tekanan dalam udara yang ditangkap oleh gendang telinga dan disalurkan ke otak (Sari dkk., 2023). Bunyi dikatakan sebagai bising jika diatas 85 dB. Kebisingan adalah suara yang tidak diharapkan yang berasal dari aktivitas atau kegiatan pada volume dan waktu tertentu yang dapat menyebabkan masalah bagi kesehatan manusia serta kenyamanan lingkungan (Endrianto, 2023). Menurut Utami (2021) kebisingan merupakan suara yang muncul akibat getaran suatu sumber yang merambat melalui udara atau media lain, lalu diterima oleh saraf pendengaran di telinga. Suatu bunyi dianggap sebagai kebisingan ketika muncul tanpa diinginkan atau ketika suara tersebut tidak diharapkan oleh orang yang mendengarnya. Kebisingan dapat diartikan sebagai

suara yang terlalu keras dan tidak diharapkan, yang kerap disebut sebagai bentuk polusi tak kasat mata karena mampu menimbulkan dampak fisik maupun fisiologis pada manusia (Balirante dkk., 2020).

2.3.2 Jenis Kebisingan

Menurut Endrianto (2023) kebisingan dapat dikategorikan berdasarkan sifat fluktuasi intensitas bunyi terhadap waktu dan bagaimana pengaruhnya terhadap manusia, yaitu :

1. Kebisingan Berdasarkan Sifat Fluktuasi Intensitas
    a. Bising terus menerus adalah bising dengan tingkat intensitas yang berbeda antara maksimum dan minimum 3 dB.
    b. Bising fluktuasi adalah bunyi yang memiliki perbedaan tingkat antara intensitas tinggi dan rendah lebih dari 3 dB.
    c. Bising implus adalah bunyi yang memiliki perbedaan tingkat antara intensitas tinggi dan rendah dalam waktu yang singkat.
    d. Bising bersela adalah bunyi yang terjadi dalam jangka waktu tertentu dan berulang.

2. Kebisingan Berdasarkan Pengaruhnya Terhadap Manusia
    a. Bising yang mengganggu (iritating noise), yang tidak terlalu keras (seperti orang mendengkur).
    b. Bising yang menutupi (masking noise) bunyi yang menutupi atau mengaburkan pendengaran yang jelas sehingga membahayakan keselamatan secara tidak langsung.
    c. Bising yang merusak atau merusak adalah bunyi yang intensitasnya melampaui Nilai Ambang Batas (NAB) yaitu > 85 dB. Bunyi jenis ini dapat

merusak atau mengganggu fungsi pendengaran. Contohnya seperti *sound system, sound horeg*.

Zahrany dkk., (2022) menyebutkan bahwa kebisingan pada manusia dibagi menjadi empat jenis, disebutkan secara rinci sebagai berikut :

1. Kebisingan kontinu *(continue)*

Kebisingan kontinu merupakan kebisingan yang dihasilkan secara terus menerus, contohnya, suara mesin yang beroperasi tanpa henti, peralatan produksi, kebisingan dari mesin-mesin, atau sistem pemanas atau ventilasi.

2. Kebisingan berselang *(intermitent)*

Kebisingan berselang merupakan tingkat kebisingan yang meningkat dan menurun dengan cepat, sering juga disebut kebisingan semi kontinu. Contohnya termasuk suara dari kereta api yang melintas, atau suara dari peralatan pabrik yang sedang berfungsi.

3. Kebisingan *impulsive*

Kebisingan impulsif adalah tingkat kebisingan yang mirip dengan suara yang membuat terkejut. Suara yang muncul secara mendadak ini bisa mengejutkan karena sifatnya yang cepat dan keras. Kebisingan impulsif juga sering disebabkan oleh ledakan.

4. Kebisingan frekuensi rendah

Kebisingan berfrekuensi rendah merupakan bagian dari struktur kebisingan atau suara yang kita dengar sehari-hari dan juga merupakan jenis kebisingan yang paling sulit untuk dikurangi pada sumbernya, sehingga dapat dengan mudah menyebar di semua tempat.

2.3.3 Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan (NAB) adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan, sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Singkam, 2020). Menurut Nurizati dkk., (2024) nilai ambang batas (NAB) kebisingan yang tidak mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. 1 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai ambang batas (NAB) Kebisingan	
Waktu Pemaparan Per Hari	Intensitas Kebisingan dalam dB
8 jam	85
4 jam	88
2 jam	91
1 jam	94

(Sumber : Nurizati dkk., 2024)

2.3.4 Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan

Kebisingan menimbulkan beberapa dampak pada kesehatan. Selain berdampak pada gangguan pendengaran. intensitas bising yang tinggi juga dapat mengakibatkan hilangnnya konsentrasi, hilangnya keseimbangan dan disorientasi, kelelahan, gangguan komunikasi, gangguan tidur, gangguan pelakasaan tugas, gangguan faal tubuh, serta adanya efek visceral, seperti perubahaan frekuensi jantung atau peningkatan denyut nadi, perubahaan tekanan darah dan tingkat pengeluaran keringat (Vita dkk., 2021).

Menurut Ane dkk., (2024) respons fisiologis tubuh terhadap kebisingan pada dasarnya merupakan reaksi stres awal. Paparan bising dapat mengaktifkan sumbu hipotalamus–hipofisis–adrenal (HPA) serta sistem saraf simpatik, sehingga memicu serangkaian respons tubuh berupa pelepasan hormon stres, seperti kortisol, adrenalin, dan noradrenalin. Aktivitas sumbu HPA dikendalikan oleh tiga hormon utama, yaitu hormon pelepas kortikotropin (CRH), hormon adrenokortikotropik (ACTH), dan kortisol sebagai glukokortikoid utama pada manusia. Aktivasi sumbu ini menyebabkan pelepasan CRH yang selanjutnya merangsang produksi ACTH dan mengatur pembentukan kortisol. Peningkatan kadar kortisol kemudian berperan sebagai umpan balik negatif untuk menekan pelepasan CRH dan ACTH, sehingga kadar hormon stres dapat kembali seimbang. Namun, pada kondisi stres yang berlangsung lama, fungsi sumbu HPA dapat terganggu dan mekanisme pengaturan ini menjadi tidak efektif. Kondisi fisiologis tersebut dikenal sebagai beban alostatik dan berkaitan dengan berbagai dampak kesehatan yang merugikan.

Dalam penelitian Zhang dkk., (2021) menyebutkan bahwa paparan kebisingan pada tikus terbukti menyebabkan peningkatan yang bermakna pada jumlah sel mielomonosit dan sel pembunuh alami (natural killer) dalam pembuluh darah, terutama pada hari ke-1 dan ke-4 setelah paparan. Tidak ditemukan peningkatan infiltrasi neutrofil yang signifikan. Selain itu, setidaknya pada satu hari pengamatan terjadi kenaikan jumlah leukosit total, termasuk makrofag dan monosit. Sementara itu, jumlah sel T tidak menunjukkan perubahan yang bermakna. Dalam penelitian lainnya yaitu Anarado dkk., (2023) menyebutkan bahwa kadar CD4+ dan CD8+ meningkat secara signifikan pada kelompok yang terpapar kebisingan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Penelitian ini menunjukkan bahwa

paparan kebisingan dapat menstimulasi sistem kekebalan tubuh, yang terlihat dari meningkatnya aktivitas sel T helper (CD4+) dan sel T sitotoksik (CD8+) sebagai respons adaptif terhadap stres yang disebabkan oleh suara bising.

2.4 *Sound horeg*

2.4.1 Definisi *Sound horeg*

Sound horeg adalah alat penghasil suara dengan volume tinggi, yang telah menjadi fenomena umum dalam berbagai aktivitas masyarakat, baik dalam konteks pribadi atau umum (Parikesit dkk., 2025). Disebut *sound horeg* karena bukan hanya suara (audio) yang volumenya keras dan kadang dianggap melampaui batas. Selain itu, terdapat juga efek horeg atau getaran dan hentakan suara yang menyebabkan objek sekelilingnya bergerak dan bergetar dengan kuat. Kemampuan sistem suara *sound horeg* yang mampu menghasilkan suara pada tingkat volume yang sangat tinggi sehingga dapat menimbulkan polusi suara yang mengganggu kenyamanan publik (Nurani, 2025).

Tingkat kebisingan *Sound horeg* sering kali mencapai 135 dB, jauh di atas ambang batas yang disarankan untuk pendengaran manusia, yaitu 85 dB untuk paparan selama delapan jam setiap hari (Putra Anugrah, 2024). Kebisingan *sound horeg* yang disebutkan mencapai 135 dB jelas termasuk dalam kategori bising yang merusak (*Damaging Noise*).



Gambar 2. 12 *Sound horeg*

(Sumber : Hasyim, 2025)

2.4.2 Karakteristik Kebisingan *Sound horeg*

Sound horeg memiliki karakteristik tertentu yang membuatnya berbeda dari *sound system* profesional pada umumnya. Berikut karakteristk *sound horeg* menurut Walhisleman (2025) ada beberapa yaitu :

1. Dentuman bass yang sangat dominan

   Kekuatan utama *sound horeg* terletak pada bass yang menghentak dan sering kali lebih menonjol dibandingkan vokal maupun instrumen lain. Getaran suaranya tidak hanya terdengar, tetapi juga terasa langsung di tubuh.

2. Peralatan audio hasil modifikasi

   Penggunaan subwoofer berukuran besar, power amplifier berdaya tinggi, serta pengaturan equalizer yang difokuskan pada frekuensi rendah menjadi ciri umum. Speaker rakitan lokal juga kerap dimodifikasi untuk menghasilkan efek getaran yang kuat.

3. Kualitas suara kurang jernih namun meriah

   Meskipun suara yang dihasilkan terkadang terdengar pecah atau tidak halus, kondisi ini justru dianggap sebagai keunikan yang menambah kesan ramai dan semarak.

4. Banyak digunakan pada acara luar ruangan

   Sound horeg umumnya dipakai dalam kegiatan seperti hajatan desa, konser terbuka, dan arak-arakan karena volumenya mampu menjangkau area luas dan menciptakan suasana yang hidup.

2.4.3 Dampak Kebisingan *Sound horeg*

Kebisingan *sound horeg* memiliki banyak dampak negatif tak hanya bagi kesehatan saja, tetapi bagi masyarakat dan lingkungan sekitar. Berikut dampak negatif dari kebisingan *sound horeg* bagi masyarakat dan lingkungan :

1. Bagi Masyarakat

Menurut Adji dkk., (2025) masyarakat yang berada di lingkungan kebisingan *sound horeg* berpotensi menimbulkan gangguan tidur. Paparan suara dengan intensitas tinggi, khususnya pada malam hari, dapat menyebabkan seseorang mudah terbangun, mengalami kesulitan mempertahankan kualitas tidur, hingga berujung pada insomnia. Kondisi kurang tidur tidak hanya berdampak pada kelelahan fisik, tetapi juga dapat memengaruhi kestabilan emosi serta menurunkan kemampuan konsentrasi, sehingga menghambat pelaksanaan aktivitas sehari-hari.

2. Bagi Lingkungan

Dentuman suara bass yang dihasilkan oleh *sound horeg* umumnya memancarkan gelombang suara berfrekuensi rendah. Getaran pada frekuensi rendah ini memiliki energi yang besar sehingga mampu merambat melalui media padat. Apabila getaran tersebut terjadi secara terus-menerus dengan intensitas tinggi, maka getaran dapat menyebar melalui material bangunan. Selain itu, getaran dari *sound horeg* juga dapat menjalar melalui tanah dan menimbulkan dampak serupa pada bangunan di sekitarnya, terutama jika perangkat diletakkan langsung di atas permukaan tanah atau lantai. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan kerusakan fisik pada bangunan, seperti munculnya retakan pada dinding, langit-langit, maupun kaca jendela. Dalam jangka panjang, getaran yang kuat dan

berulang akibat suara bass dapat mengganggu kestabilan struktur rumah serta menyebabkan degradasi bahan bangunan secara bertahap (Saniro, 2023).

2.5 *Rattus Norvegicus*

2.5.1 Pengertian dan Klasifikasi *Rattus Norvegicus*



Gambar 2. 13 *Rattus Norvegicus*
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026

Tikus (*Rattus norvegicus*) strain Wistar merupakan tikus albino yang banyak digunakan sebagai hewan coba dalam berbagai penelitian. Strain ini pertama kali dikembangkan pada awal abad ke-20 di Wistar Institute, Philadelphia. Tikus Wistar berasal dari hasil perkawinan antara tikus Wistar dengan tikus jantan liar asal Norwegia yang ditangkap di Berkeley, California. Pada tahun 1906, pengembangannya dipelopori oleh Henry H. Donaldson dengan tujuan menghasilkan strain tikus albino yang terstandar dan dapat diandalkan untuk keperluan penelitian. Melalui proses seleksi keturunan dan perkawinan silang, tikus Wistar berkembang menjadi strain yang stabil secara genetik dan konsisten dalam penelitian ilmiah (Wati dkk., 2024).

Secara morfologi, tikus Wistar memiliki kepala yang relatif lebar, telinga panjang, serta ekor yang proporsional dengan tubuhnya dan umumnya lebih pendek dari panjang tubuh. Ciri albino tampak dari warna bulu yang pucat dan mata berwarna merah muda hingga merah. Selain itu, tikus ini memiliki ukuran tubuh

sedang hingga besar dibandingkan tikus laboratorium lainnya. Tikus Wistar mulai memasuki usia reproduksi pada umur sekitar 7–10 minggu dengan berat badan antara 100–227 gram, serta memiliki masa kehamilan sekitar 19–22 hari (Wati dkk., 2024).

Tabel 2. 2 Toksonomi Tikus *(Rattus norvegicus)*

Kingdom :	Animalia
Phylum :	Chordata
Subphylum :	Vertebrata
Class :	Mammalia
Subclass :	Theria
Infraclass :	Eutheria
Order :	Rodentia
Suborder :	Myomorpha
Family :	Muridae
Subfamily :	Murinae
Genus :	Rattus
Spesies :	*Rattus norvegicus*

(Sumber : Wati dkk, 2024)

2.5.2 Relevansi Tikus Sebagai Hewan Coba

Penelitian menggunakan tikus telah dilakukan sejak ratusan tahun lalu dan memiliki dasar sejarah yang panjang. Tikus, khususnya tikus putih laboratorium, banyak digunakan sebagai hewan percobaan dalam berbagai bidang ilmu, seperti biologi, farmakologi, kedokteran, dan kesehatan. Salah satu alasan utama tikus sering digunakan dalam penelitian adalah karena kemiripan genetiknya dengan

manusia. Sekitar 90% gen tikus memiliki kesamaan dengan gen manusia, sehingga tikus dapat dijadikan model untuk mempelajari berbagai penyakit serta pengembangan obat baru. Tikus Norwegia (*Rattus norvegicus*) berperan penting dalam penelitian fisiologi, biologi reproduksi, imunologi, obesitas, farmakologi, ilmu saraf, penuaan, kanker, diabetes, endokrinologi, hipertensi, penyakit infeksi, nutrisi, toksikologi, hingga transplantasi. Hingga saat ini, penelitian berbasis tikus terus berkembang dan banyak digunakan dalam studi penyakit seperti kanker, jantung, diabetes, dan gangguan neurologis. Selain itu, pemetaan genom tikus yang telah dilakukan secara lengkap memungkinkan peneliti untuk memahami lebih dalam peran gen tertentu dalam kesehatan dan penyakit manusia. Secara keseluruhan, penggunaan tikus dalam penelitian telah menghasilkan banyak penemuan penting dan terus memberikan kontribusi besar bagi perkembangan ilmu pengetahuan, dengan peluang penelitian lanjutan yang masih sangat luas di masa mendatang (Wati dkk., 2024).