BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Tekanan Darah Pada Remaja

2.1.1 Definisi

a. Hipertensi

Hipertensi atau tekanan darah tinggi merupakan kondisi medis kronis yang ditandai dengan tekanan darah meningkat secara persisten di atas batas normal. Tekanan darah merupakan gaya yang diberikan oleh darah terhadap dinding arteri saat jantung memompa (sistolik) dan saat jantung berelaksasi (diastolik). Kondisi ini menjadi perhatian serius karena seringkali tidak menunjukkan gejala yang jelas pada tahap awal, sehingga mendapat julukan "*Silent Killer",* namun secara progresif dapat menyebabkan kerusakan organ vital dan berbagai komplikasi serius. Menurut *World Health Organization,* hipertensi didefinisikan sebagai tekanan darah sistolik $\geq$ 140 mmHg dan diastolik $\geq$ 90 mmHg, yang terdeteksi melalui dua kali pengukuran pada waktu yang berbeda. Hipertensi merupakan faktor risiko utama untuk penyakit kardiovaskular, stroke, dan gagal ginjal (WHO, 2023).

Sementara pada anak dan remaja, definisi pada anak dan remaja, hipertensi berbeda karena nilai tekanan darah dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, dan tinggi badan. Berdasarkan pedoman dari The Europian Society of Hypertension (ESH, 2016) dan American Academy of

Pediatrics (AAP, 2017), hipertensi pada anak dan remaja didefinisikan sebagai tekanan darah sistolik dan/atau daistolik yang berada pada atau di atas persentil $\geq$ 95 dari kurva tekanan darah yang sesuai untuk usia, jenis kelamin, dan tinggi badan, dan harus dikonfirmasi pada tiga kali pengukuran yang berbeda.

Pengukuran tekanan darah selalu melibatkan dua nilai:

a) Tekanan Sistolik, yaitu angka atas yang menunjukkan tekanan dalam pembuluh darah ketika jantung berkontraksi dan memompa darah keluar. Ini adalah tekanan puncak.
b) Tekanan Diastolik adalah angka bawah yang menunjukkan tekanan dalam pembuluh darah ketika jantung berelaksasi di antara detak jantung. Ini adalah tekanan terendah.

Hipertensi yang tidak terkontrol dalam jangka panjang dapat menyebabkan komplikasi kesehatan yang parah dan mengancam jiwa, termasuk:

1) Penyakit jantung, gagal jantung, penyakit arteri koroner, dan serangan jantung.
2) Stroke, kerusakan otak akibat gangguan suplai darah.
3) Gagal ginjal, kerusakan profresif pada ginjal.
4) Aneurisma, pembengkakan pada dinding pembuluh darah yang dapat pecah.
5) Retinopati hipertensi, kerusakan pembuluh darah di mata yang dapat menyebabkan masalah penglihatan.

b. Hipotensi

Hipotensi adalah kondisi ketika tekanan darah seseorang berada di bawah nilai normal, umumnya didefinisikan sebagai tekanan darah < 90 mmHg untuk sistolik dan/atau < 60 mmHg untuk diastolik. Tekanan darah yang rendah mengindikasikan bahwa aliran darah ke organ vital seperti otak, jantung, dan ginjal mungkin tidak adekuat, sehingga dapat menimbulkan gejala seperti pusing, lemas, sinkop (pingsan), pandangan kabur, dan kelelahan (American Heart Association, 2022).

Secara fisiologis, hipotensi dapat terjadi akibat berbagai faktor seperti dehidrasi, perdarahan, gangguan sistem saraf otonom, penyakit jantung, gangguan endokrin, penggunaan obat-obatan tertentu, atau posisi tubuh (mis. hipotensi ortostatik). Pada remaja, meskipun kondisi ini dapat terjadi secara fisiologis akibat tonus parasimpatis yang lebih dominan, hipotensi tetap perlu diperhatikan terutama bila disertai gejala klinis atau terjadi secara tiba-tiba (Mayo Clinic, 2023).

Hipotensi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, termasuk hipotensi ortostatik, hipotensi postprandial, dan hipotensi akibat syok. Pada remaja *healthy population*, hipotensi biasanya bersifat *asymptomatic benign*, namun pada kondisi patologis dapat menyebabkan gangguan perfusi jaringan yang memerlukan penanganan medis segera (Guyton & Hall, 2021).

2.1.2 Klasifikasi Tekanan Darah

Tekanan darah merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kondisi kesehatan kardiovaskular seseorang. Pada remaja, pengukuran tekanan darah perlu mendapat perhatian khusus karena fase perkembangan fisiologis yang terjadi dapat memengaruhi nilai tekanan darah. Mengidentifikasi kategori tekanan darah pada kelompok usia ini penting untuk mendeteksi dini adanya risiko hipertensi serta mencegah komplikasi yang mungkin terjadi di kemudian hari.

Menurut panduan klinis dari AAP (Flynn et al., 2020) klasifikasi hipertensi pada remaja usia 13 tahun ke atas sudah dapat menggunakan batas tekanan darah seperti pada dewasa yakni:

Tabel 2.1 Klasifikasi Hipertensi Remaja ≥13 Tahun Menurut AHA

Kategori	**Sistolik (mmHg)**	**Diastolik (mmHg)**
Normal	< 120	dan < 80
Pra-hipertensi / Elevated	120–129	dan < 80
Hipertensi Stadium 1	130–139	atau 80–89
Hipertensi Stadium 2	≥ 140	atau ≥ 90
Hipotensi	< 90	< 60

Namun, untuk anak dan remaja usia <13 tahun, klasifikasi tekanan darah mengacu pada persentil ke-90 dan ke-95 berdasarkan usia, jenis kelamin, dan tinggi badan:

Tabel 2.2 Klasifikasi hipertensi Anak <13 Tahun Menurut AAP

Kategori	**Kriteria**
Normal	< Persentil ke-90
Pra-hipertensi / Elevated	≥ Persentil ke-90 hingga < Persentil ke-95 atau ≥ 120/80 mmHg
Hipertensi Stadium 1	≥ Persentil ke-95 hingga < Persentil ke-95 + 12 mmHg
Hipertensi Stadium 2	≥ Persentil ke-95 + 12 mmHg atau ≥ 140/90 mmHg

Klasifikasi ini digunakan untuk menentukan diagnosis dan intervensi klinis, serta untuk mencegah komplikasi jangka panjang. Penetapan diagnosis hipertensi harus didasarkan pada setidaknya tiga kali pengukuran tekanan darah yang abnormal pada kunjungan berbeda.

Menurut Lurbe et al. (2022) dari ESH juga menekankan pentingnya klasifikasi berbasis persentil, khususnya pada populasi anak dan remaja dengan obesitas, di mana tekanan darah cenderung meningkat tetapi dapat luput dari diagnosis bila hanya menggunakan kriteria dewasa.

2.1.3 Etiologi

a. Hipotensi

Hipotensi merupakan kondisi ketika tekanan darah berada di bawah nilai normal sehingga perfusi jaringan tidak adekuat. Beberapa faktor penyebab hipotensi antara lain:

1. Penurunan Volume Darah

Hipotensi dapat disebabkan oleh penurunan volume cairan tubuh akibat dehidrasi, perdarahan, muntah, diare, atau kehilangan cairan berlebihan lainnya. Kekurangan cairan menurunkan volume intravaskular sehingga curah jantung menurun dan menyebabkan penurunan tekanan darah (Mayo Clinic, 2023).

2. Gangguan Sistem Kardiovaskular

Kelainan jantung seperti bradikardia, gangguan irama jantung, gagal jantung, atau gangguan katup jantung dapat menyebabkan penurunan kontraktilitas jantung sehingga tekanan darah menurun (Guyton & Hall, 2021).

3. Gangguan Endokrin

Kelainan hormonal seperti hipotiroidisme, insufisiensi adrenal, dan gangguan sistem endokrin lainnya dapat menurunkan tonus vaskular dan menyebabkan hipotensi (WHO, 2022).

4. Efek Obat dan Faktor Eksternal

Penggunaan obat-obatan seperti antihipertensi, diuretik, antidepresan, serta konsumsi alkohol dapat menurunkan tekanan darah. Pada beberapa individu, terutama remaja, hipotensi juga dapat terjadi akibat perubahan posisi tubuh mendadak (hipotensi ortostatik) (American Heart Association, 2022).

5. Faktor Fisiologis Remaja

Pada populasi remaja, hipotensi dapat terjadi secara fisiologis akibat dominasi sistem parasimpatis atau respons adaptasi terhadap aktivitas fisik yang tinggi. Kondisi ini umumnya bersifat ringan dan tidak menimbulkan gejala serius.

b. Hipertensi

Hipertensi dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama berdasarkan penyebabnya:

a) Hipertensi Primer (Esensial)

Sekitar 90−95% kasus hipertensi termasuk dalam kategori ini. Penyebab pasti hipertensi primer tidak diketahui, namun diyakini melibatkan kombinasi faktor genetik dan lingkungan.

b) Hipertensi Sekunder

Hipertensi jenis ini disebabkan oleh kondisi medis lain yang mendasari. Beberapa penyebab umum hipertensi sekunder meliputi:

1) Penyakit ginjal (misalnya, stenosis arteri ginjal, gagal ginjal kronis)
2) Gangguan endokrin (misalnya, sindrom Cushing, hiperaldosteronisme, feokromositoma, gangguan tiroid)
3) Sleep apnea
4) Penyempitan aorta (koarktasio aorta)
5) Penggunaan obat-obatan tertentu (misalnya, kontrasepsi oral, obat antiinflamasi nonsteroid/OAINS, dekongestan, beberapa antidepresan)
6) Penyalahgunaan narkoba (misalnya, kokain, amfetamin)

2.1.4 Patofisiologi

a. Patofisiologi Hipotensi

Hipotensi terjadi ketika tekanan darah turun di bawah batas normal sehingga perfusi jaringan tidak adekuat. Penurunan tekanan darah dapat

disebabkan oleh berkurangnya volume intravaskular, penurunan curah jantung, atau vasodilatasi sistemik yang berlebihan.

Pada kondisi hipovolemia, seperti dehidrasi atau perdarahan, penurunan volume plasma menyebabkan penurunan *preload* dan curah jantung. Aktivasi kompensasi tubuh berupa peningkatan aktivitas simpatis, vasokonstriksi, serta pelepasan renin dan hormon antidiuretik (ADH) akan terjadi untuk mempertahankan tekanan darah (Mayo Clinic, 2023). Namun, bila kompensasi tidak adekuat, dapat timbul gejala seperti pusing, sinkop, lemas, hingga syok pada kondisi berat.

Pada remaja, hipotensi juga dapat terjadi akibat dominasi tonus parasimpatis dan adaptasi kardiovaskular, terutama pada individu dengan kebugaran tinggi atau pada saat perubahan posisi mendadak (hipotensi ortostatik). Kondisi ini umumnya bersifat sementara dan membaik secara spontan (American Heart Association, 2022).

b. Patofisiologi Hipertensi

Patofisiologi hipertensi adalah proses kompleks yang melibatkan interaksi berbagai sistem dalam tubuh yang mengatur tekanan darah. Tekanan darah diatur oleh dua determinan utama, yaitu curah jantung (jumlah darah yang dipompa jantung per menit) dan resistensi perifer total (resistensi terhadap aliran darah di pembuluh darah kecil). Peningkatan salah satu atau kedua determinan ini secara terus-menerus akan menyebabkan hipertensi.

Menurut (Kumar et al., 2021) mekanisme utama yang berkontribusi pada patofisiologi hipertensi primer (esensial) yang paling umum meliputi:

1. Aktivasi Sistem Saraf Simpatis (SSS) yang Berlebihan

   Stres kronis, obesitas, dan resistensi insulin dapat menyebabkan peningkatan aktivitas SSS. Peningkatan aktivitas SSS menyebabkan pelepasan norepinefrin, yang mengakibatkan vasokonstriksi (penyempitan pembuluh darah) dan peningkatan detak jantung serta kontraktilitas jantung. Vasokonstriksi meningkatkan resistensi perifer total, sementara peningkatan detak jantung dan kontraktilitas jantung meningkatkan curah jantung, yang keduanya berkontribusi pada peningkatan tekanan darah.

2. Disregulasi Sistem Renin-Angiotensin-Aldosteron (RAAS)

   Ginjal berperan penting dalam pengaturan tekanan darah melalui sistem RAAS. Ketika tekanan darah turun atau aliran darah ke ginjal berkurang, ginjal melepaskan renin. Renin mengubah angiotensinogen (dari hati) menjadi angiotensin I. Angiotensin I kemudian diubah menjadi angiotensin II oleh *Angiotensin-Converting Enzyme* (ACE), terutama di paru-paru. Angiotensin II adalah vasokonstriktor kuat yang menyebabkan penyempitan pembuluh darah, sehingga meningkatkan resistensi perifer total.

   Selain itu, angiotensin II merangsang pelepasan aldosteron dari korteks adrenal. Aldosteron meningkatkan reabsorpsi natrium dan air di ginjal, yang meningkatkan volume cairan ekstraseluler dan, pada gilirannya, meningkatkan curah jantung. Pada hipertensi, sering terjadi aktivitas RAAS yang berlebihan, menyebabkan vasokonstriksi persisten dan retensi cairan.

3. Disfungsi Endotel

Lapisan dalam pembuluh darah (endotel) memproduksi zat-zat yang mengatur tonus vaskular, seperti nitrit oksida (vasodilator) dan endotelin (vasokonstriktor). Pada hipertensi, sering terjadi penurunan produksi nitrit oksida dan/atau peningkatan produksi endotelin, yang menggeser keseimbangan ke arah vasokonstriksi. Disfungsi endotel juga menyebabkan peningkatan kekakuan arteri dan peradangan, yang lebih lanjut memperburuk tekanan darah tinggi.

4. Faktor Ginjal dan Ketidakseimbangan Natrium

Ginjal memainkan peran sentral dalam mengatur volume cairan tubuh dan ekskresi natrium. Pada individu dengan hipertensi, mungkin ada sensitivitas garam yang lebih tinggi, di mana asupan natrium yang berlebihan menyebabkan retensi natrium dan air yang lebih besar oleh ginjal. Ini meningkatkan volume darah dan curah jantung. Defek pada fungsi ekskresi natrium oleh ginjal, bahkan pada tingkat mikroskopis, dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah.

5. Perubahan Struktural Pembuluh Darah (Remodeling Vaskular)

Tekanan darah tinggi yang persisten menyebabkan kerusakan pada dinding pembuluh darah. Arteri kecil (arteriol) mengalami hipertrofi (penebalan) dinding otot polosnya dan remodeling struktural yang mempersempit lumennya. Perubahan ini meningkatkan resistensi perifer secara permanen, membuat pembuluh darah kurang responsif terhadap sinyal vasodilatasi, dan menciptakan lingkaran setan yang mempertahankan hipertensi.

6. Resistensi Insulin

Seringkali ditemukan pada individu dengan obesitas dan diabetes tipe 2. Resistensi insulin dapat menyebabkan peningkatan aktivitas SSS, retensi natrium oleh ginjal, dan disfungsi endotel, yang semuanya berkontribusi pada peningkatan tekanan darah.

Interaksi kompleks dari faktor-faktor ini, ditambah dengan predisposisi genetik dan faktor gaya hidup (seperti obesitas, diet tinggi garam, kurang aktivitas fisik, merokok, dan konsumsi alkohol berlebihan), menyebabkan timbulnya dan perkembangan hipertensi.

2.1.5 Komplikasi

Tekanan darah yang tidak berada pada rentang normal, baik terlalu tinggi (hipertensi) maupun terlalu rendah (hipotensi), dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang berdampak pada fungsi tubuh secara keseluruhan. Pada remaja, kondisi ini sering kali kurang disadari karena sebagian besar kasus bersifat asimtomatik. Namun, perubahan tekanan darah yang berlangsung secara persisten memiliki potensi menyebabkan komplikasi serius terhadap kesehatan jangka Panjang (WHO, 2021).

Hipotensi juga memiliki implikasi kesehatan apabila terjadi secara berulang atau persisten. Penurunan tekanan darah yang signifikan dapat menyebabkan penurunan perfusi organ, sehingga kebutuhan oksigen jaringan tidak terpenuhi (Guyton & Hall, 2021). Komplikasi yang umum terjadi pada hipotensi adalah sinkop (pingsan) akibat penurunan aliran darah ke otak secara tiba-tiba (Mayo Clinic, 2023). Kondisi ini dapat menimbulkan risiko cedera fisik

apabila terjadi saat beraktivitas. Selain itu, remaja dengan hipotensi kronis dapat mengalami keluhan seperti pusing, lemas, gangguan konsentrasi, mual, dan penglihatan kabur, yang dapat mengganggu proses belajar serta aktivitas fisik sehari-hari (Basuki, 2022). Pada kondisi yang lebih berat, hipotensi dapat menyebabkan hipoperfusi organ dan syok, walaupun kejadian tersebut lebih sering ditemui pada kondisi penyakit akut atau dehidrasi berat (McCance & Huether, 2019).

Disisi lain, hipertensi yang tidak terdiagnosis dan tidak diobati secara efektif dapat menyebabkan kerusakan progresif pada berbagai organ vital di seluruh tubuh. Komplikasi ini dikenal sebagai kerusakan organ target (*target organ damage*) dan dapat bersifat akut (pada krisis hipertensi) atau kronis (akibat hipertensi yang berlangsung lama). Komplikasi-komplikasi ini secara signifikan meningkatkan morbiditas (kesakitan) dan mortalitas (kematian).

Beberapa komplikasi utama hipertensi meliputi:

1. Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah (Kardiovaskular)
    a. Penyakit Jantung Koroner (PJK) / Penyakit Arteri Koroner (PAK)

        Tekanan tinggi merusak lapisan dalam arteri, menyebabkan penumpukan plak (aterosklerosis). Hal ini mempersempit arteri koroner, mengurangi aliran darah ke otot jantung, dan dapat menyebabkan angina (nyeri dada), serangan jantung (infark miokard), atau gagal jantung.

b. Gagal Jantung (Gagal Jantung Kongestif)

Jantung harus bekerja lebih keras untuk memompa darah melawan tekanan yang tinggi. Seiring waktu, ini menyebabkan penebalan otot jantung (hipertrofi ventrikel kiri), yang akhirnya dapat melemah dan tidak mampu memompa darah secara efisien, menyebabkan gagal jantung.

c. Hipertrofi Ventrikel Kiri (LVH)

Penebalan dinding ventrikel kiri jantung adalah respons adaptif terhadap peningkatan beban kerja, namun ini dapat menyebabkan disfungsi diastolik (gangguan pengisian jantung) dan meningkatkan risiko aritmia serta kematian mendadak.

d. Aneurisma Aorta

Tekanan tinggi yang terus-menerus dapat melemahkan dinding aorta (arteri terbesar tubuh), menyebabkannya membengkak (aneurisma) atau bahkan robek (diseksi aorta), kondisi yang mengancam jiwa.

e. Penyakit Arteri Perifer (PAP)

Aterosklerosis akibat hipertensi dapat menyempitkan pembuluh darah di kaki dan lengan, menyebabkan nyeri saat berjalan (klaudikasio) dan meningkatkan risiko ulkus serta amputasi.

2. Stroke (Penyakit Serebrovaskular)

Hipertensi adalah faktor risiko utama untuk stroke, yang terjadi ketika suplai darah ke bagian otak terganggu. Ini bisa berupa:

a. Stroke Iskemik: Gumpalan darah menyumbat arteri yang menuju ke otak.
b. Stroke Hemoragik: Pembuluh darah di otak pecah (perdarahan intraserebral atau subarachnoid), seringkali akibat aneurisma yang melemah karena tekanan tinggi.

3. Penyakit Ginjal Kronis (PGK) / Gagal Ginjal
    a. Pembuluh darah kecil di ginjal (glomeruli) sangat rentan terhadap kerusakan akibat tekanan darah tinggi. Hipertensi merusak pembuluh darah ini, mengurangi kemampuan ginjal untuk menyaring limbah dan cairan dari darah.
    b. Kerusakan ginjal ini dapat menyebabkan peningkatan kreatinin, proteinuri (protein dalam urin), dan akhirnya gagal ginjal stadium akhir yang memerlukan dialisis atau transplantasi ginjal.
4. Kerusakan Mata (Retinopati Hipertensi)

    Tekanan darah tinggi dapat merusak pembuluh darah kecil di retina mata. Ini dapat menyebabkan perdarahan, pembengkakan, dan kerusakan saraf optik, yang jika parah dapat mengganggu penglihatan atau bahkan menyebabkan kebutaan.
5. Disfungsi Seksual

    Kerusakan pembuluh darah akibat hipertensi dapat mengganggu aliran darah ke organ seksual, menyebabkan disfungsi ereksi pada pria dan penurunan gairah atau kesulitan mencapai orgasme pada wanita.
6. Demensia Vaskular dan Gangguan Kognitif

Hipertensi kronis dapat merusak pembuluh darah di otak, menyebabkan penurunan aliran darah dan oksigen, yang berkontribusi pada gangguan kognitif, masalah memori, dan demensia vaskular.

7. Krisis Hipertensi

Meskipun merupakan klasifikasi, ini juga merupakan komplikasi akut yang serius. Krisis hipertensi (emergensi hipertensi) dapat menyebabkan kerusakan organ target akut seperti stroke, edema paru akut, diseksi aorta, atau ensefalopati hipertensi.

2.1.6 Faktor-Faktor Risiko

a. Hipotensi

Hipotensi pada remaja dapat dipengaruhi oleh faktor fisiologis, gaya hidup, dan kondisi klinis tertentu. Secara umum, hipotensi terjadi ketika aliran darah tidak mampu memenuhi kebutuhan perfusi jaringan, sehingga mengganggu suplai oksigen terhadap organ vital (Guyton & Hall, 2021). Pada usia remaja, beberapa faktor risiko lebih sering ditemukan, terutama terkait hidrasi, status nutrisi, serta respons sistem saraf otonom terhadap perubahan posisi tubuh.

Salah satu faktor risiko utama hipotensi pada remaja adalah dehidrasi, baik akibat asupan cairan yang tidak adekuat maupun kehilangan cairan melalui aktivitas fisik dan keringat. Kondisi ini menurunkan volume intravaskular sehingga berdampak pada penurunan curah jantung dan tekanan darah (McCance & Huether, 2019). Selain itu, status gizi rendah dan berat badan kurang juga diidentifikasi sebagai faktor yang meningkatkan risiko hipotensi.

Remaja dengan indeks massa tubuh (IMT) rendah lebih rentan mengalami hipotensi karena berkurangnya cadangan energi, massa otot, dan volume plasma (Nelson, 2020).

Faktor risiko lain termasuk hipotensi ortostatik, yang ditandai penurunan tekanan darah akibat perubahan posisi tubuh secara tiba-tiba. Hal ini sering berkaitan dengan disregulasi sistem saraf otonom, dehidrasi, maupun kelelahan fisik (Freeman et al., 2018). Selain itu, puasa berkepanjangan, malnutrisi, anemia, olahraga intens tanpa pemulihan cukup, serta paparan suhu panas dapat memicu penurunan tekanan darah (Mayo Clinic, 2023). Pada beberapa kasus, penggunaan obat-obatan tertentu seperti antihipertensi, antidepresan, atau diuretik juga dapat menimbulkan hipotensi, meskipun hal ini lebih jarang pada populasi remaja (WHO, 2021).

b. Hipertensi

Faktor risiko hipertensi adalah karakteristik, kondisi, atau kebiasaan yang secara signifikan meningkatkan kemungkinan seseorang untuk mengembangkan tekanan darah tinggi. Memahami faktor-faktor ini sangat penting untuk pencegahan, deteksi dini, dan manajemen hipertensi. Faktor risiko dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu yang tidak dapat dimodifikasi dan yang dapat dimodifikasi.

a) Faktor-Faktor Yang Tidak Dapat Dimodifikasi

Faktor-faktor risiko ini adalah yang tidak bisa diubah atau dikendalikan oleh individu (PERKI, 2015).

1) Usia

Risiko hipertensi secara progresif meningkat seiring bertambahnya usia. Hal ini disebabkan oleh perubahan alami pada pembuluh darah, seperti kekakuan arteri (*arterial stiffening*) dan penurunan elastisitas dinding pembuluh darah. Arteri menjadi kurang mampu melebar dan menyempit secara efisien untuk mengakomodasi aliran darah, sehingga tekanan yang dibutuhkan untuk memompa darah menjadi lebih tinggi. Proses aterosklerosis juga cenderung berkembang seiring bertambahnya usia, yang lebih lanjut mempersempit lumen pembuluh darah.

2) Jenis Kelamin

Ada perbedaan risiko hipertensi berdasarkan jenis kelamin dan usia. Pada usia muda hingga paruh baya (kurang dari 55 tahun), pria cenderung memiliki prevalensi hipertensi yang lebih tinggi dibandingkan wanita. Hal ini mungkin terkait dengan perbedaan hormonal dan gaya hidup. Namun, **s**etelah usia 55 tahun atau pasca-menopause, risiko hipertensi pada wanita cenderung meningkat dan bahkan dapat melebihi pria**.** Penurunan kadar estrogen setelah menopause diduga berperan dalam peningkatan risiko ini, karena estrogen memiliki efek protektif terhadap pembuluh darah.

3) Riwayat Keluarga / Genetik

Faktor genetik memainkan peran yang signifikan dalam predisposisi seseorang terhadap hipertensi. Jika salah satu atau kedua orang tua, atau anggota keluarga dekat lainnya (seperti saudara kandung), menderita hipertensi, risiko seseorang untuk mengembangkan kondisi serupa akan meningkat secara substansial. Ini menunjukkan adanya komponen pewarisan genetik yang memengaruhi regulasi tekanan darah, meskipun mekanisme spesifiknya masih terus diteliti (misalnya, gen yang mengatur sistem RAAS atau sensitivitas garam).

4) Ras / Etnis

Beberapa kelompok ras atau etnis memiliki prevalensi hipertensi yang lebih tinggi, seringkali dengan onset yang lebih dini dan keparahan yang lebih besar. Misalnya, di beberapa negara, individu dari keturunan Afrika-Amerika dan Asia Selatan memiliki risiko yang lebih tinggi. Perbedaan ini kemungkinan merupakan kombinasi dari faktor genetik, lingkungan, diet, dan sosioekonomi.

b) Faktor-Faktor Yang Dapat Dimodifikasi

Faktor-faktor risiko ini adalah yang dapat diubah atau dikelola melalui perubahan gaya hidup atau intervensi medis (PERKI, 2015).

1. Gaya Hidup

a. Diet Tinggi Garam (Natrium)

Asupan natrium yang berlebihan (lebih dari 2.300 mg per hari, atau 1.500 mg untuk populasi berisiko) dapat menyebabkan retensi cairan dalam tubuh. Ini meningkatkan volume darah sirkulasi, yang pada gilirannya meningkatkan beban kerja jantung dan tekanan pada dinding pembuluh darah. Sensitivitas terhadap garam bervariasi antar individu.

b. Konsumsi Lemak Jenuh dan Kolesterol Tinggi

Diet yang kaya akan lemak jenuh, lemak trans, dan kolesterol tinggi dapat berkontribusi pada aterosklerosis, yaitu penumpukan plak lemak di dalam arteri. Plak ini dapat mempersempit pembuluh darah, mengurangi elastisitasnya, dan meningkatkan resistensi perifer, yang semuanya berujung pada peningkatan tekanan darah.

c. Aktivitas Fisik

Individu yang kurang aktif secara fisik cenderung memiliki detak jantung yang lebih tinggi, yang memaksa jantung bekerja lebih keras. Kurangnya aktivitas fisik juga berkontribusi pada peningkatan berat badan/obesitas, yang merupakan faktor risiko independen untuk hipertensi. Aktivitas fisik secara teratur membantu menjaga berat badan ideal, meningkatkan kesehatan jantung, dan membuat pembuluh darah lebih elastis.

Aktivitas fisik dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan intensitas dan besaran kalori yang digunakan, yaitu:

5) Aktivitas fisik ringan

   Aktivitas fisik dengan intensitas ringan merupakan jenis kegiatan yang membutuhkan sedikit energi dan umumnya tidak menyebabkan perubahan signifikan pada pola pernapasan. Selama melakukan aktivitas ini, individu masih dapat berbicara maupun bernyanyi dengan lancar. Estimasi pengeluaran energi pada aktivitas ringan berada di bawah 3,5 Kkal/menit.

6) Aktivitas fisik sedang

   Aktivitas fisik dengan intensitas sedang ditandai dengan peningkatan ringan pada respons fisiologis tubuh, seperti keluarnya keringat, peningkatan denyut jantung, serta frekuensi napas yang menjadi lebih cepat. Individu yang melakukan aktivitas ini masih mampu berbicara, namun tidak dapat bernyanyi. Estimasi pengeluaran energi berkisar antara 3,5 hingga 7,0 Kkal/menit.

7) Aktivitas fisik berat

   Aktivitas fisik dikategorikan sebagai intensitas berat apabila selama pelaksanaannya terjadi peningkatan yang signifikan pada respons fisiologis tubuh, seperti keluarnya keringat dalam jumlah banyak, denyut jantung yang cepat, serta frekuensi napas yang meningkat tajam hingga menyebabkan rasa terengah-engah.

Aktivitas ini umumnya memerlukan pengeluaran energi lebih dari 7 Kkal/menit.

d. Merokok

Kandungan nikotin dalam rokok menyebabkan vasokonstriksi akut (penyempitan pembuluh darah) dan peningkatan detak jantung, yang secara sementara meningkatkan tekanan darah. Jangka panjang, zat kimia dalam tembakau merusak dinding pembuluh darah (endotel), mempercepat aterosklerosis, dan membuat arteri lebih kaku dan rentan terhadap kerusakan.

e. Konsumsi Alkohol Berlebihan

Konsumsi alkohol dalam jumlah besar atau kronis dapat meningkatkan tekanan darah. Mekanismenya melibatkan aktivasi sistem saraf simpatis, disregulasi sistem renin-angiotensin-aldosteron, dan kerusakan sel endotel. Batas aman konsumsi alkohol disarankan tidak lebih dari satu gelas per hari untuk wanita dan dua gelas per hari untuk pria.

f. Stres Kronis

Stres berkepanjangan dapat menyebabkan peningkatan sementara tekanan darah melalui pelepasan hormon stres (seperti kortisol dan adrenalin) yang mengaktifkan sistem saraf simpatis. Meskipun hubungan langsung antara stres kronis dan hipertensi esensial masih dalam penelitian, stres dapat memicu perilaku

tidak sehat (seperti makan berlebihan, merokok, atau kurang olahraga) yang secara tidak langsung berkontribusi pada hipertensi.

g. Kualitas Tidur yang Buruk (termasuk *Sleep Apnea*)

Gangguan tidur kronis, terutama *sleep apnea* (henti napas sementara saat tidur), sangat terkait dengan peningkatan risiko hipertensi. Hal ini karena *sleep apnea* menyebabkan episode hipoksia (kekurangan oksigen) berulang dan aktivasi saraf simpatis saat tidur, yang membebani sistem kardiovaskular.

2. Obesitas / Berat Badan Berlebih

Kelebihan berat badan atau obesitas adalah salah satu faktor risiko paling dominan untuk hipertensi. Individu dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) tinggi memiliki volume darah yang lebih besar untuk memasok jaringan ekstra, yang meningkatkan beban kerja jantung. Obesitas juga sering dikaitkan dengan resistensi insulin, disregulasi RAAS, peningkatan aktivitas SSS, dan peradangan kronis, yang semuanya berkontribusi pada perkembangan hipertensi.

Ini adalah faktor risiko terbesar dan paling dominan pada remaja. Obesitas pada masa remaja sering berlanjut hingga dewasa dan meningkatkan risiko komplikasi kesehatan jangka panjang (Shaumi, 2019). Penumpukan lemak dalam tubuh atau tingginya kadar kolesterol dapat menyebabkan obesitas, yang

selanjutnya berkontribusi terhadap peningkatan risiko berbagai masalah kesehatan seperti diabetes, hipertensi, kanker, penyakit jantung, hingga kematian dini (Nisrina et al., 2023).

Menurut Sari (2023), Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat dihitung dengan membandingkan berat badan terhadap kuadrat tinggi badan yaitu dengan:

$$IMT = \frac{Berat\ badan(kg)}{Tinggi\ badan^2}$$

Lumbantoruan (2023) menyatakan bahwa klasifikasi obesitas berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT) menurut International Obesity Task Force (IOTF) dibagi menjadi enam kategori (Lumbantoruan & Pasaribu, 2023).

Tabel 2.3 Klasifikasi Obesitas menurut IMT

Klasifikasi	**IMT (kg/m^2**
Berat badan kurang	< 18,5
Normal	18,5 – 22,9
Berisiko	23-24,9
Obesitas 1	25-29
Obestitas 2	>30,0

3. Penyakit Penyerta

   a. Diabetes Mellitus

      Individu dengan diabetes memiliki risiko tinggi mengalami hipertensi. Kadar gula darah tinggi yang tidak terkontrol dapat merusak pembuluh darah (mikrovaskular dan makrovaskular) serta ginjal, yang pada gilirannya

meningkatkan tekanan darah. Hipertensi dan diabetes seringkali saling memperburuk dan meningkatkan risiko komplikasi kardiovaskular.

b. Dislipidemia

Kondisi di mana terdapat kadar kolesterol total, kolesterol LDL (jahat), atau trigliserida yang tinggi, dan/atau kolesterol HDL (baik) yang rendah. Dislipidemia secara langsung berkontribusi pada aterosklerosis, yang menyebabkan penyempitan dan kekakuan arteri, sehingga meningkatkan tekanan darah.

2.2 Konsep Remaja

2.2.1 Pengertian Remaja

Remaja merupakan masa transisi antara masa kanak-kanak dan dewasa yang ditandai dengan berbagai perubahan biologis, psikologis, dan sosial. Menurut World Health Organization (WHO, 2023), remaja adalah individu yang berusia antara 10 sampai 19 tahun. Pada masa ini, terjadi pertumbuhan fisik yang pesat serta perkembangan kognitif dan emosional yang signifikan.

Di sisi lain, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia juga menyatakan bahwa remaja adalah kelompok usia yang memiliki potensi besar untuk berkembang namun rentan terhadap berbagai risiko kesehatan, termasuk hipertensi, karena mulai terjadi perubahan gaya hidup, pola makan, dan kebiasaan aktivitas fisik yang signifikan (Kemenkes RI, 2022).

2.2.2 Perkembangan Kognitif Remaja

Masa remaja merupakan periode penting bagi perkembangan kognitif, yang meliputi kemampuan berpikir abstrak, pengendalian diri, perencanaan, dan pengambilan keputusan. Kajian terkini menunjukkan bahwa fungsi eksekutif seperti memori kerja, fleksibilitas kognitif, dan inhibisi respons terus berkembang hingga usia akhir remaja. Perkembangan ini terjadi bersamaan dengan maturasi lanjut pada lobus depan (prefrontal cortex) yang berperan dalam regulasi perilaku, termasuk pengaruh terhadap pilihan gaya hidup dan kontrol diri remaja (Noble et al., 2023).

Dalam konteks kesehatan remaja, kemampuan kognitif yang matang sangat penting untuk pengambilan keputusan terkait aktivitas fisik, pola makan, serta kesadaran menjaga tekanan darah. Misalnya, remaja yang sudah mampu berpikir jangka panjang dan mempertimbangkan konsekuensi dapat lebih efektif dalam memilih aktivitas fisik secara teratur dan menghindari kebiasaan sedenter, yang kemudian berpengaruh terhadap indeks massa tubuh (IMT) dan profil tekanan darah. Namun, pada periode ini sering terjadi ketidakseimbangan maturasi antara sistem saraf yang mengolah emosi dan sistem kontrol kognitif yang masih berkembang, sehingga remaja dapat cenderung mengambil keputusan impulsif terkait gaya hidup, meskipun kemampuan berpikirnya sudah meningkat (Telzer et al., 2022).

Lebih lanjut, penelitian menunjukkan bahwa faktor lingkungan dan status sosio-ekonomi memengaruhi perkembangan kognitif remaja melalui jalur struktural otak termasuk ketebalan korteks frontoparietal dan konektivitas

jaringan kendali kognitif. Dengan demikian, remaja dari lingkungan kurang stimulasi atau dengan gaya hidup kurang sehat mungkin mengalami perkembangan kontrol kognitif yang kurang optimal, yang kemudian berpotensi memperbesar risiko obesitas, hipertensi atau hipotensi (Noble et al., 2023).

2.2.3 Perkembangan Sikap Remaja

Periode remaja merupakan fase transisi perkembangan yang ditandai oleh perubahan biologis, kognitif, dan sosial-emosional yang signifikan. Pada fase ini, individu mulai membentuk sistem nilai, preferensi, dan pola pengambilan keputusan, termasuk dalam aspek kesehatan dan gaya hidup. Perkembangan sikap pada remaja dipengaruhi oleh kombinasi faktor internal, seperti perubahan hormonal dan kematangan fungsi eksekutif otak, serta faktor eksternal, yaitu keluarga, teman sebaya, media digital, dan lingkungan sekolah (Santrock, 2021; Steinberg, 2024).

Secara neurologis, perkembangan sikap pada remaja berkaitan dengan proses maturasi prefrontal cortex yang berperan dalam regulasi emosi, motivasi, dan kontrol diri. Pada saat yang sama, sistem limbik berkembang lebih cepat, sehingga remaja cenderung lebih responsif terhadap kesenangan dan tekanan sosial. Kondisi ini menyebabkan kerentanan terhadap perilaku impulsif, termasuk pola makan tidak sehat, aktivitas fisik rendah, dan kecenderungan gaya hidup sedentari (APA, 2022; Telzer et al., 2023). Oleh karena itu, sikap kesehatan pada remaja belum sepenuhnya stabil dan mudah dipengaruhi oleh lingkungan sosial dan budaya.

Dalam konteks kesehatan fisik, sikap remaja terhadap aktivitas fisik, nutrisi, dan pengendalian berat badan memainkan peran penting dalam pembentukan gaya hidup sehat. Remaja yang memiliki sikap positif dan pengetahuan memadai mengenai manfaat olahraga serta pola makan seimbang cenderung memiliki indeks massa tubuh (IMT) yang lebih baik dan tekanan darah dalam kisaran normal (WHO, 2023; Wang & Lim, 2022). Sebaliknya, sikap permisif terhadap konsumsi makanan tinggi kalori dan rendah aktivitas fisik berkorelasi dengan peningkatan risiko obesitas dan kelainan tekanan darah, termasuk hipertensi maupun hipotensi (Chen et al., 2020; Pratiwi & Nuryanto, 2023).

Selain itu, pengaruh teman sebaya dan media sosial memiliki peran besar dalam membentuk sikap kesehatan remaja modern. Platform digital banyak memengaruhi persepsi terkait citra tubuh, diet, dan olahraga. Walaupun paparan positif dapat meningkatkan kesadaran gaya hidup sehat, paparan negatif dapat menimbulkan perilaku diet ekstrem, *body-shaming*, dan penurunan kesehatan mental (Iannucci et al., 2021; Kim & Choi, 2023).

2.2.4 Faktor-Faktor Pengaruh Perilaku Remaja

Perilaku remaja dibentuk oleh interaksi kompleks antara faktor biologis, psikologis, sosial, dan lingkungan. Pada masa ini, perubahan hormon pubertas, perkembangan otak, serta proses pembentukan identitas diri menyebabkan remaja lebih sensitif terhadap pengaruh eksternal dan cenderung melakukan eksplorasi perilaku baru yang dapat berdampak pada kesehatan (WHO, 2023; Santrock, 2021).

1. Faktor Biologis

    Perubahan hormonal dan perkembangan sistem saraf pusat merupakan faktor dasar pembentuk perilaku remaja. *Prefrontal cortex*, pusat pengambilan keputusan dan kontrol impuls, masih dalam proses maturasi hingga usia dewasa muda. Sebaliknya, sistem limbik, yang mengatur emosi dan dorongan, berkembang lebih cepat sehingga meningkatkan kecenderungan perilaku impulsif dan pencarian sensasi (Telzer et al., 2023; APA, 2022). Kondisi ini berpengaruh terhadap kepatuhan pada perilaku kesehatan, seperti olahraga, pola makan, dan kebiasaan tidur.

2. Faktor Psikologis

    Remaja mengalami perkembangan kemampuan berpikir abstrak, penalaran moral, dan pembentukan identitas diri. Namun, ketidakstabilan emosi, tekanan pencapaian akademik, dan pencarian jati diri dapat menimbulkan stres yang memengaruhi pilihan gaya hidup, termasuk pola makan emosional, aktivitas fisik yang tidak teratur, dan kebiasaan sedentari (Steinberg, 2024; Kim & Choi, 2023).

3. Pengaruh Keluarga

    Keluarga merupakan lingkungan utama yang membentuk nilai dan kebiasaan remaja. Gaya pengasuhan, kebiasaan makan keluarga, serta dukungan orang tua dalam kegiatan fisik berperan penting dalam menentukan perilaku kesehatan remaja (Pratiwi & Nuryanto, 2023). Remaja yang mendapatkan dukungan emosional dan arahan dari orang

tua cenderung memiliki perilaku hidup sehat dan risiko lebih rendah terhadap obesitas maupun gangguan tekanan darah (Wang & Lim, 2022).

4. Pengaruh Teman Sebaya

   Remaja memiliki sensitivitas tinggi terhadap penerimaan sosial, sehingga perilaku sering dipengaruhi oleh teman sebaya. Kelompok teman dapat meningkatkan motivasi remaja untuk menjalankan gaya hidup sehat melalui aktivitas olahraga bersama, namun juga dapat memicu kebiasaan negatif seperti konsumsi makanan cepat saji berlebihan atau pola hidup sedentari (Iannucci et al., 2021).

5. Media Sosial dan Lingkungan Digital

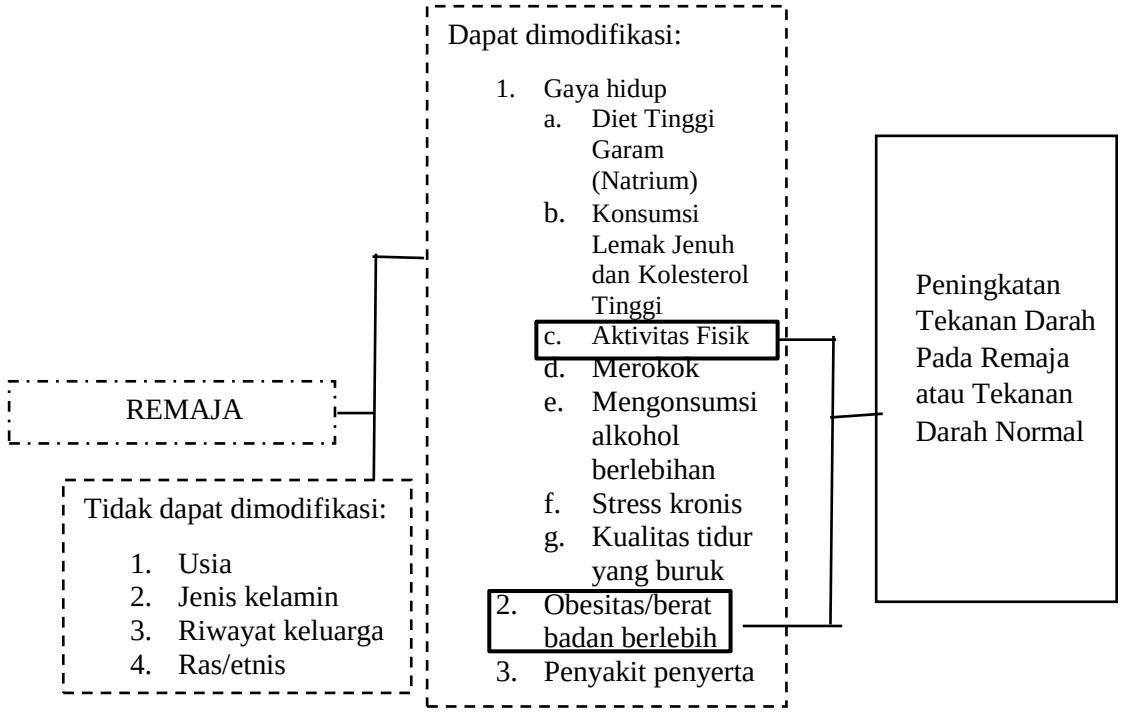
   Paparan media sosial memiliki pengaruh besar pada persepsi citra tubuh, nutrisi, dan aktivitas fisik remaja. Meskipun konten positif dapat memperkuat gaya hidup sehat, paparan berlebihan terhadap standar kecantikan tidak realistis dapat menyebabkan gangguan citra tubuh dan perilaku diet ekstrem, yang berpotensi menyebabkan gangguan tekanan darah dan status gizi (Kim & Choi, 2023; Chen et al., 2020).

6. Lingkungan Sekolah dan Komunitas

   Sekolah berperan dalam membentuk perilaku kesehatan melalui pendidikan, pelatihan olahraga, dan kebijakan kantin sehat. Dukungan fasilitas olahraga yang memadai dan program promosi kesehatan

terbukti meningkatkan aktivitas fisik dan pola hidup sehat pada remaja (WHO, 2023; Pratiwi & Nuryanto, 2023).

2.3 Kerangka Konseptual



Keterangan:

= Diteliti ——— = Berhubungan/berkaitan

= Tidak ditelii

Gambar 1 Kerangka Konseptual Hubungan Indeks Massa Tubuh dan Aktivitas Fisik Dengan Tekanan Darah Pada Remaja Kelas X SMAN 5 Kota Malang

Kerangka teori tersebut menjelaskan bahwa tekanan darah pada remaja dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, yaitu faktor yang tidak dapat dimodifikasi dan faktor yang dapat dimodifikasi. Faktor yang tidak dapat dimodifikasi meliputi

usia, jenis kelamin, riwayat keluarga, dan ras/etnis, yang bersifat genetik dan tidak dapat diubah.

Sementara itu, faktor yang dapat dimodifikasi berkaitan dengan gaya hidup dan kondisi kesehatan, seperti pola makan tinggi garam dan lemak, aktivitas fisik, merokok, konsumsi alkohol, stres, kualitas tidur, obesitas/IMT berlebih, dan penyakit penyerta. Dalam penelitian ini, khususnya ditekankan dua faktor utama yang dianalisis, yaitu aktivitas fisik dan status berat badan/indeks massa tubuh (IMT), karena keduanya merupakan faktor gaya hidup yang sering dijumpai pada kelompok remaja dan memiliki keterkaitan erat dengan profil tekanan darah. Secara keseluruhan, faktor-faktor tersebut berkontribusi terhadap kemungkinan terjadinya peningkatan tekanan darah pada remaja, atau sebaliknya, mempertahankan tekanan darah tetap dalam batas normal.

2.4 Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap suatu fenomena yang terjadi dan merupakan dasar dalam memverifikasi sebuah fenomena (Anshori dan Iswati, 2017).

Hipotesis penelitian yang diajukan, yaitu:

H0: Tidak terdapat hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Aktivitas fisik dengan tekanan darah pada remaja

H1: Terdapat hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Aktivitas fisik dengan tekanan darah pada remaja.