

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Teori *High Intensity Interval Training* (HIIT)

High Intensity Interval Training (HIIT) adalah bentuk latihan fisik yang menggabungkan periode kerja intensitas tinggi dengan periode istirahat atau aktivitas ringan secara bergantian. Menurut Viana et al. (2019), HIIT dirancang untuk menstimulasi sistem energi anaerob dan aerob dalam waktu relatif singkat namun dengan efisiensi metabolik tinggi. Mekanisme fisiologis HIIT melibatkan peningkatan *excess post-exercise oxygen consumption* (EPOC), yang mempercepat metabolisme pascalatihan dan mendukung penurunan lemak tubuh.

Secara fisiologis, HIIT memicu respons adaptasi kardiovaskular dan metabolik melalui peningkatan aktivitas enzim oksidatif, peningkatan sensitivitas insulin, serta penurunan kadar lemak visceral (da Silva et al., 2020). Prinsip utama HIIT berdasarkan teori adaptasi homeostasis energi, di mana tubuh menyesuaikan diri terhadap tekanan intensitas tinggi dengan meningkatkan kapasitas mitokondria dan oksidasi lemak (Zouhal et al., 2020). HIIT juga terbukti efektif dalam meningkatkan kebugaran kardiorespirasi (VO_{2max}), mengurangi kadar lemak tubuh, dan memperbaiki komposisi tubuh pada remaja obesitas (Martin-Smith et al., 2020).

Program HIIT umumnya terdiri atas fase kerja intensitas tinggi dengan intensitas 80–90% *heart rate maximum* (HR_{max}) selama 1–4 menit, diikuti

periode istirahat dengan intensitas rendah selama durasi yang sama atau lebih pendek (Duncombe et al., 2022). Dalam konteks pendidikan jasmani dan kesehatan remaja, HIIT memiliki keunggulan berupa efisiensi waktu, kemudahan pelaksanaan, dan efek fisiologis yang lebih signifikan dibanding latihan intensitas sedang berkelanjutan (*moderate intensity continuous training* / MICT) (Cao et al., 2021).

Pelaksanaan HIIT juga perlu memperhatikan prinsip-prinsip latihan, terutama overload, spesifisitas, progresivitas, dan pemulihan. Secara fisiologis, prinsip overload diperlukan untuk memberikan rangsangan yang cukup agar terjadi adaptasi pada sistem kardiovaskular, neuromuskular, dan metabolik. Prinsip progresivitas memastikan peningkatan beban latihan dilakukan secara bertahap sehingga adaptasi berlangsung optimal, sedangkan pemulihan yang memadai diperlukan agar proses perbaikan jaringan, resintesis glikogen, dan adaptasi fisiologis dapat berlangsung secara maksimal (Duncombe et al., 2022; Cao et al., 2021).

Dari sisi metabolisme lemak, peningkatan kebutuhan energi selama dan setelah latihan menyebabkan aktivasi lipolisis sehingga asam lemak bebas lebih banyak dilepaskan dari jaringan adiposa untuk digunakan sebagai sumber energi. Fenomena excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) memperpanjang konsumsi oksigen setelah latihan sehingga pembakaran lemak tetap berlangsung pada fase pemulihan. Mekanisme ini menjadi salah satu alasan mengapa HIIT efektif dalam menurunkan persentase lemak tubuh

dan mendukung penurunan BMI (da Silva et al., 2020; Martin-Smith et al., 2020).

HIIT melibatkan kerja simultan sistem energi fosfagen (ATP-PC), glikolitik anaerob, dan oksidatif aerob. Pada fase kerja berintensitas tinggi, sistem ATP-PC dan glikolisis anaerob mendominasi penyediaan energi, sedangkan selama interval pemulihan sistem aerob berperan memulihkan cadangan fosfokreatin dan mengoksidasi laktat. Integrasi ketiga sistem energi tersebut menjadikan HIIT mampu meningkatkan kapasitas metabolik secara menyeluruh dan memperbaiki efisiensi penggunaan energi (Viana et al., 2019; Zouhal et al., 2020).

2. Teori *Body mass index* (*Body Mass Index* - BMI)

Body mass index (BMI) merupakan ukuran antropometri yang paling umum digunakan untuk menilai status gizi seseorang. BMI dihitung dengan rumus:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)}^2}$$

Menurut *World Health Organization* (WHO, 2023), BMI digunakan untuk mengklasifikasikan individu dalam kategori kurus, normal, overweight, dan obesitas. Nilai BMI ≥ 25 menunjukkan overweight, dan ≥ 30 menunjukkan obesitas. BMI berkorelasi erat dengan jumlah lemak tubuh dan berhubungan langsung dengan risiko penyakit metabolik seperti diabetes dan hipertensi (Zhu et al., 2021).

Pada remaja, BMI menjadi indikator penting untuk mendeteksi obesitas dini karena berkaitan dengan perubahan hormonal dan pertumbuhan (Meng

et al., 2022). Penurunan BMI melalui intervensi fisik, seperti HIIT, mengindikasikan peningkatan efisiensi metabolisme, peningkatan massa otot, serta penurunan jaringan adiposa. Berdasarkan teori *Energy Balance Model*, pengeluaran energi melalui latihan fisik intensif menjadi faktor utama dalam menurunkan BMI, di mana HIIT bekerja dengan meningkatkan *energy expenditure* baik selama maupun setelah latihan (Andreato et al., 2019).

3. Hubungan antara HIIT dan BMI

HIIT memengaruhi BMI melalui mekanisme metabolik dan fisiologis. Peningkatan intensitas latihan mengaktivasi sistem saraf simpatis yang meningkatkan oksidasi lemak serta memicu peningkatan hormon katekolamin (*epinefrin dan norepinefrin*), yang berperan penting dalam lipolisis. Secara empiris, berbagai penelitian menunjukkan bahwa HIIT berkontribusi terhadap penurunan BMI secara signifikan dibanding latihan intensitas sedang, khususnya pada remaja obesitas (Zhu et al., 2021; Deng & Wang, 2024). Adaptasi fisiologis ini mendukung teori *Exercise-Induced Metabolic Modulation*, yang menjelaskan bahwa latihan intensif jangka pendek dapat menghasilkan perubahan jangka panjang pada komposisi tubuh.

a. Faktor Fisiologis dalam Latihan *High-Intensity Interval Training* (HIIT)

Faktor fisiologis merupakan salah satu aspek penting yang menentukan keberhasilan adaptasi tubuh terhadap program latihan HIIT. Respons fisiologis yang terjadi selama latihan dipengaruhi oleh intensitas, durasi, frekuensi, serta rasio kerja dan pemulihan yang diterapkan. Pada latihan HIIT, tubuh mengalami peningkatan kebutuhan energi yang cepat

sehingga terjadi adaptasi pada sistem kardiovaskular, respirasi, dan metabolisme untuk memenuhi kebutuhan oksigen serta mempertahankan produksi energi selama aktivitas berlangsung (Viana et al., 2019).

Selain meningkatkan kapasitas kardiorespirasi, HIIT juga menimbulkan adaptasi fisiologis berupa peningkatan fungsi mitokondria, aktivitas enzim oksidatif, sensitivitas insulin, serta efisiensi penggunaan substrat energi. Adaptasi tersebut berkontribusi terhadap peningkatan kebugaran jasmani sekaligus memperbaiki fungsi metabolik, sehingga HIIT banyak direkomendasikan sebagai metode latihan yang efektif untuk meningkatkan kesehatan maupun performa fisik (da Silva et al., 2020; Martin-Smith et al., 2020).

Penerapan prinsip latihan seperti *overload*, spesifisitas, progresivitas, dan *recovery* sangat berkaitan dengan respons fisiologis tubuh. Beban latihan yang diberikan harus cukup untuk merangsang adaptasi fisiologis, namun tetap disesuaikan dengan kemampuan individu agar tidak menimbulkan kelelahan berlebihan maupun cedera. Peningkatan intensitas dan volume latihan secara bertahap memungkinkan terjadinya adaptasi yang optimal terhadap sistem kardiovaskular dan metabolik, sedangkan pemulihan yang memadai diperlukan agar proses perbaikan jaringan dan *superkompensasi* dapat berlangsung secara maksimal (Zouhal et al., 2020; Duncombe et al., 2022).

Respons fisiologis terhadap HIIT juga dipengaruhi oleh karakteristik individu, seperti usia, jenis kelamin, tingkat kebugaran, status gizi, dan

tingkat aktivitas fisik. Oleh karena itu, penyusunan program HIIT perlu mempertimbangkan faktor-faktor tersebut agar stimulus latihan yang diberikan sesuai dengan kondisi fisiologis peserta dan mampu menghasilkan adaptasi yang optimal (Cao et al., 2021).

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Hasil Utama	Kontribusi
1	Zhu et al. (2021) <i>The effect and safety of high-intensity interval training in the treatment of adolescent obesity: A meta-analysis</i>	Mengkaji pengaruh HIIT terhadap BMI remaja obesitas.	Durasi latihan 8 minggu dengan treadmill.	HIIT menurunkan BMI rata-rata 1.2 kg/m ² .	Menjadi dasar empiris efektivitas HIIT pada remaja obesitas.
2	Martin-Smith et al. (2020) <i>HIIT improves cardiorespiratory fitness in obese adolescents: a systematic review</i>	Fokus pada HIIT dan kebugaran fisik remaja obesitas.	Tidak meneliti BMI secara langsung.	HIIT meningkatkan VO_2max sebesar 10–15%.	Menjelaskan mekanisme kardiovaskular HIIT yang berdampak pada BMI.
3	Duncombe et al. (2022) <i>School-based HIIT programs in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis</i>	Sama-sama berbasis sekolah.	Subjek campuran (anak & remaja).	HIIT menurunkan BMI dan meningkatkan kebugaran jasmani.	Relevan untuk konteks pendidikan di MA Almurkum.
4	Deng & Wang (2024) <i>Effect of HIIT on cardiorespiratory fitness in overweight adolescents: a meta-analysis of RCTs</i>	Menguji HIIT pada remaja overweight.	Fokus utama pada kebugaran, bukan BMI.	HIIT efektif menurunkan persentase lemak tubuh.	Memberikan dukungan terhadap manfaat fisiologis HIIT.
5	Delgado-Floody & Latorre-Román (2019) <i>Integration of HIIT into PE programs to improve body</i>	Sama-sama dilakukan dalam konteks sekolah.	Menggunakan interval 30 detik kerja:30 detik istirahat.	BMI menurun signifikan ($p<0.05$).	Bukti empiris integrasi HIIT dalam kurikulum sekolah.

No	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Hasil Utama	Kontribusi
	<i>composition in obese adolescents</i>				
6	Meng et al. (2022) <i>Effects of school-based HIIT on body composition and metabolic markers in obese adolescents</i>	Fokus pada HIIT terhadap komposisi tubuh remaja.	Durasi 10 minggu, bukan 6 minggu.	BMI dan lemak tubuh menurun signifikan.	Mendukung efektivitas HIIT dalam lingkungan sekolah menengah.

B. Kerangka Berfikir

Permasalahan obesitas pada remaja semakin meningkat dan menjadi tantangan kesehatan global (WHO, 2023). Salah satu indikator yang paling banyak digunakan untuk menilai obesitas adalah *Body mass index* (BMI), yang mencerminkan rasio antara berat badan dan tinggi badan seseorang. Peningkatan BMI secara berlebih umumnya disebabkan oleh ketidakseimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi akibat gaya hidup sedentari (Cao et al., 2021).

Remaja di MA Almukarom, Desa Sumoroto, Kecamatan Kauman, Kabupaten Ponorogo, menunjukkan gejala serupa dengan tren nasional: berkurangnya aktivitas fisik akibat penggunaan gawai dan kurangnya latihan fisik terstruktur. Kondisi ini menyebabkan penurunan metabolisme basal dan peningkatan akumulasi lemak tubuh, yang akhirnya meningkatkan BMI. Oleh karena itu, diperlukan intervensi latihan yang efisien, efektif, dan mudah diimplementasikan di lingkungan sekolah.

Salah satu bentuk latihan yang terbukti efektif untuk meningkatkan kebugaran dan menurunkan BMI adalah *High Intensity Interval Training* (HIIT).

Latihan HIIT memadukan periode aktivitas intensitas tinggi (80–85% HRmax) dengan periode istirahat atau aktivitas ringan dengan rasio kerja:istirahat 1:1 (da Silva et al., 2020). Protokol ini mampu memicu peningkatan *excess post-exercise oxygen consumption* (EPOC), yaitu peningkatan konsumsi oksigen setelah latihan yang menyebabkan pembakaran kalori berlanjut bahkan setelah aktivitas selesai (Zouhal et al., 2020).

Secara fisiologis, latihan HIIT menstimulasi peningkatan aktivitas enzim oksidatif dan sensitivitas insulin, mempercepat mobilisasi lemak dari jaringan adiposa, serta meningkatkan kapasitas aerobik (Zhu et al., 2021; Martin-Smith et al., 2020). Adaptasi tersebut berpengaruh langsung terhadap penurunan berat badan dan perbaikan komposisi tubuh, yang tercermin melalui penurunan nilai BMI (Meng et al., 2022).

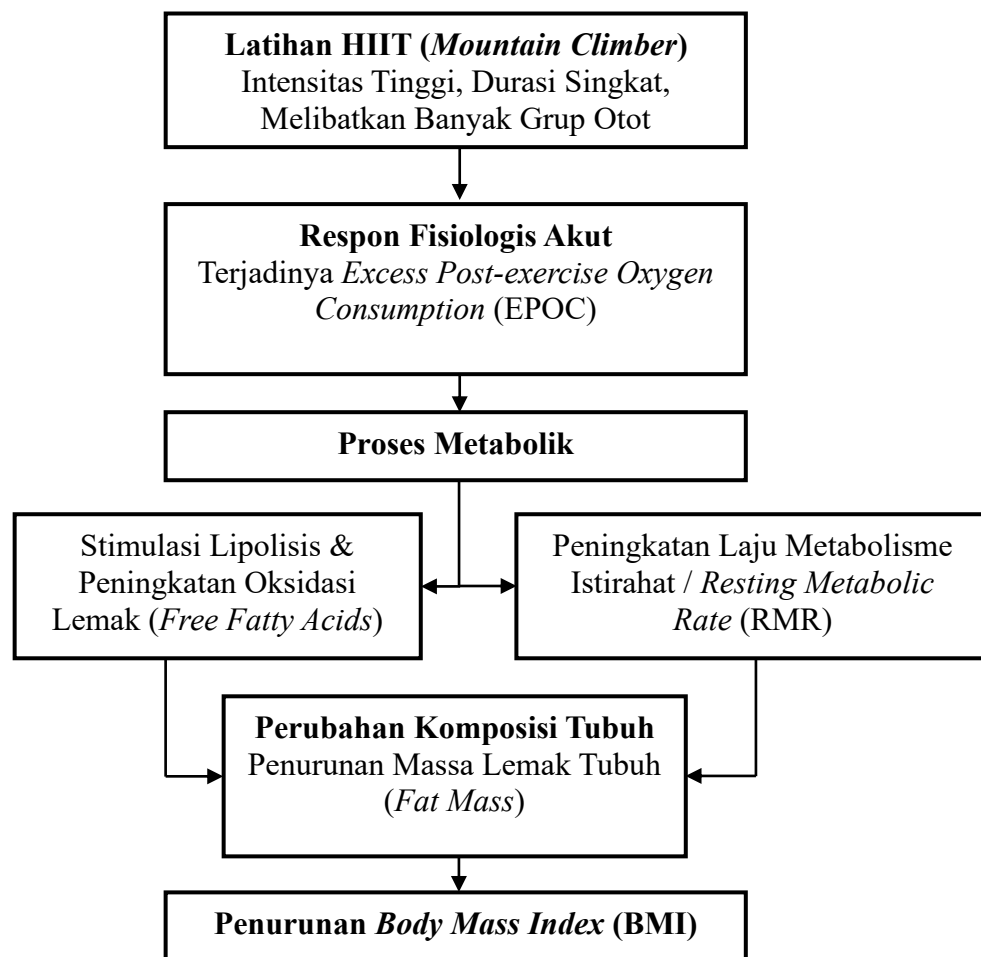
Selain itu, HIIT terbukti lebih efisien dibandingkan latihan intensitas sedang (*Moderate Intensity Continuous Training* – MICT), karena mampu menghasilkan penurunan lemak tubuh dalam waktu yang lebih singkat tanpa penurunan massa otot (Duncombe et al., 2022). Latihan ini juga mudah diterapkan di sekolah menggunakan gerakan berbasis berat badan seperti *mountain climber*, tanpa memerlukan alat tambahan (Li et al., 2023).

Berdasarkan teori Homeostasis Energi dan Adaptasi Metabolik, latihan intensitas tinggi menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen dan pembakaran energi melebihi kondisi istirahat, yang kemudian menimbulkan defisit energi dan penurunan lemak tubuh (Cohen, 2013; Zouhal et al., 2020). Proses ini secara fisiologis akan menurunkan berat badan, sehingga menurunkan BMI.

Dengan demikian, logika hubungan antara variabel bebas (Latihan HIIT) dan variabel terikat (BMI) dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Latihan HIIT meningkatkan aktivitas metabolik tubuh dan kapasitas kardiovaskular.
2. Aktivitas tersebut meningkatkan pengeluaran energi dan oksidasi lemak.
3. Penurunan lemak tubuh menurunkan berat badan total.
4. Penurunan berat badan menghasilkan penurunan nilai BMI.

Skema konseptual hubungan antar variabel dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Berfikir

C. Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah dugaan sementara yang masih perlu diuji kebenarannya secara empiris (Field, 2021). Berdasarkan teori dan hasil penelitian terdahulu (Zhu et al., 2021; Meng et al., 2022; Li et al., 2023), maka hipotesis penelitian ini dirumuskan yaitu terdapat pengaruh signifikan latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap *Body mass index* (BMI) remaja di MA Almukarom Ponorogo.