

# **PENGARUH LATIHAN DENGAN METODE CIRCUIT TRAINING TERHADAP MASSA OTOT WANITA USIA DEWASA (19-44 TAHUN) PESERTA ATLAS SPORTS CLUB KOTA MALANG**

**Alvin Diva Leandre<sup>1</sup>, Olivia Andiana<sup>2</sup>**

[alvin.diva.22062160@students.um.ac.id](mailto:alvin.diva.22062160@students.um.ac.id)<sup>1</sup>, [olivia.andiana.fik@um.ac.id](mailto:olivia.andiana.fik@um.ac.id)<sup>2</sup>

**Universitas Negeri Malang**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh latihan circuit training terhadap massa otot wanita usia dewasa (19-44 tahun) peserta Atlas Sports Club Kota Malang, di mana gaya hidup sedenter menyebabkan penurunan massa otot akibat rendahnya aktivitas fisik (38% wanita secara global, WHO 2024). Dilaksanakan dengan desain pre-eksperimen one group pretest-posttest pada 15 subjek (rata-rata usia 32 tahun), intervensi selama 4 minggu (16 sesi, 5 stasiun latihan free weight dan bodyweight, intensitas 40-85%, durasi 30 detik/stasiun dengan istirahat minimal), pengukuran massa otot menggunakan Tanita DC-360 P, serta analisis data melalui uji Shapiro-Wilk dan Paired Sample T-Test dengan SPSS 25. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan massa otot sebesar 0,73 kg, dengan seluruh subjek mempertahankan klasifikasi "lebih" sesuai Body Spec 2025, didukung mekanisme fisiologis seperti aktivasi jalur mTORC1, sintesis protein, dan adaptasi seluler. Disimpulkan bahwa circuit training efektif sebagai intervensi untuk meningkatkan massa otot wanita usia produktif; direkomendasikan integrasi dalam program kebugaran dan penelitian lanjutan yang mengontrol variabel nutrisi.

**Kata Kunci:** Circuit Training, Massa Otot (Muscle Mass), Wanita Usia Dewasa.

## **PENDAHULUAN**

Seiring dengan kemajuan teknologi serta transformasi pola hidup masyarakat, tantangan dalam mempertahankan dan meningkatkan massa otot semakin menonjol dalam era saat ini. Kondisi tersebut tidak hanya terbatas pada kelompok tertentu, melainkan telah menjadi kecenderungan pada masyarakat luas (Park et al., 2020). Menurut Kemenkes RI (2023), massa otot memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas fisik, stabilitas postural, dan metabolisme tubuh, sehingga menjaga agar massa otot tetap optimal menjadi bagian penting dari kesehatan dan kebugaran. Selain itu, menurut World Health Organization (WHO), (2024) Selain itu, World Health Organization (WHO, 2024) menyatakan bahwa aktivitas fisik yang cukup berkontribusi besar terhadap kemampuan seseorang untuk mempertahankan dan meningkatkan massa otot dalam jangka panjang. Dalam Sayavera et al., (2021) menunjukkan bahwa wanita dengan usia dewasa cenderung memiliki tingkat aktivitas fisik yang lebih rendah dibandingkan pria pada usia yang sama. Hasil tersebut diperkuat dengan data yang berdasar pada Global status report physical activity oleh WHO, dimana 38% wanita dewasa di seluruh dunia belum mencapai tingkat aktivitas fisik yang dianjurkan untuk mendukung massa otot yang sehat, angka ini lebih tinggi dibandingkan pria yaitu 32% (World Health Organization, 2024).

Dalam mempertahankan dan meningkatkan massa otot pada khususnya pada wanita usia dewasa sering dipengaruhi oleh faktor sosial dan budaya, seperti peran dalam keluarga dan lingkungan masyarakat yang menuntut aktivitas bersifat pasif atau pekerjaan rumah. Selain itu, jenis pekerjaan juga menjadi faktor penting, karena banyak wanita dewasa bekerja dalam posisi duduk dalam waktu lama dan memiliki aktivitas fisik lebih rendah dibandingkan laki-laki yang umumnya lebih banyak melakukan pekerjaan fisik (Ramalho & Petrica, 2023). Kurangnya aktivitas perekutan otot dapat berdampak pada menurunnya kebugaran fungsional dan meningkatnya risiko nyeri otot serta postur tubuh yang kurang ideal, seperti nyeri punggung bawah dan ketegangan otot (Wang et al., 2025).

Menurut Kemenkes RI, (2016) pada usia 19-44 tahun merupakan wanita dewasa pada usia produktif dengan kondisi fisiologis yang masih mendukung dalam memelihara massa otot melalui aktivitas fisik dan keseimbangan hormonal. Hal ini didukung dengan laporan oleh (Kemenkes RI, 2025) mengenai rata-rata usia menopause pada wanita dimulai pada 45 tahun. Selain itu juga diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Coelho et al., (2023) di Brazil dengan menggunakan metode bioelectrical impedance analysis (BIA), wanita akan mengalami puncak massa otot pada usia 40-49 tahun, dimana pada usia 50 tahun akan mengalami penurunan dengan rata rata 5,7% per dekade.

Penurunan massa otot pada wanita usia dewasa dapat menimbulkan dampak jangka panjang terhadap kapasitas fungsional dan kualitas hidup, sehingga diperlukan intervensi latihan yang mampu menstimulasi otot secara efektif untuk mempertahankan dan meningkatkan massa otot. Salah satu metode latihan yang tepat adalah circuit training. Circuit training merupakan bentuk latihan fisik yang menggabungkan komponen resistensi dan kardiovaskular dalam satu rangkaian sirkuit dengan waktu istirahat yang singkat (Achamo, 2022). Metode latihan ini bertujuan untuk memberikan rangsangan dalam sistem fisiologis tubuh, yaitu otot rangka dan kardiovaskular secara bersama, sehingga adaptasi yang diterima oleh tubuh akan lebih meyeluruh dibandingkan dengan latihan biasa (Ramos-Campo et al., 2021). Menurut Ramos-Campo et al., (2021) circuit training terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas aerobik, memperbaiki fungsi metabolisme energi, serta meningkatkan massa otot rangka melalui aktivasi serabut otot yang lebih optimal. Selain memiliki manfaat dalam kardiometabolik, circuit training juga memiliki peran dalam menjaga komposisi tubuh serta mencegah penurunan massa otot.

Circuit training memiliki peran penting dalam meningkatkan berbagai aspek kebugaran fisik, seperti kekuatan, daya tahan, dan fleksibilitas (Aga, 2022). Hal ini terjadi karena dalam latihan ini akan mengaktifkan berbagai kelompok serat otot secara berurutan dengan intensitas tinggi, sehingga akan memicu adaptasi fisiologis yang memperkuat massa otot dan memperpanjang kemampuan otot untuk bertahan dalam aktivitas berkelanjutan (Smith et al., 2023). Latihan ini juga berdampak pada kapasitas kardiovaskular yang memungkinkan tubuh bekerja lebih efisien dalam mendistribusikan oksigen dan nutrisi keseluruh tubuh, sehingga mendukung daya tahan fisik secara menyeluruh. Selain berdampak pada kekuatan dan daya tahan, circuit training juga berdampak positif pada fleksibilitas melalui variatif gerakan dan melibatkan rentang gerak luas, seperti meloncat dan berpindah tempat, sehingga akan meningkatkan elastisitas otot, mobilitas sendi serta pemeliharaan massa otot secara keseluruhan (Ramos-Campo et al., 2021). Pembentukan massa otot yang cukup akan mendukung postur tubuh agar tetap optimal, terutama pada wanita saat bertambahnya usia yang mana kepadatan tulang akan menurun dan risiko osteoporosis meningkat (Riviati et al., 2025).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Socha et al., (2025) di Polandia mengenai circuit hydraulic weight interval training pada wanita pre-menopause dan post-menopause (usia 35-69 tahun) memberikan hasil signifikan pada peningkatan massa otot rata-rata 0,9 Kilogram pada pre-menopause, dan 0,5 Kilogram pada wanita post-menopause. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan pola penelitian yang sama dengan melibatkan populasi yang berbeda, dengan perbedaan lingkup usia dalam populasi yang lebih muda, sehingga ada kemungkinan untuk memiliki respon fisiologis yang berbeda, serta pemersingkatan durasi perlakuan menjadi 4 minggu. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas metode circuit training terhadap peningkatan massa otot pada wanita usia dewasa.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode pre-eksperimen dengan pendekatan kuantitatif melalui desain one group pre-test post-test. Menurut Sugiyono, (2013) desain one group pre-test post-test termasuk dalam jenis penelitian eksperimen dengan tujuan menilai pengaruh suatu treatment atau perlakuan. Dalam desain ini, pengukuran variabel akan dilakukan sebelum (pre-test) dan sesudah (post-test) treatment atau perlakukuan diberikan pada sampel. Jumlah total sampel pada penelitian ini menggunakan total sampling dengan menggunakan keseluruhan dari total populasi sampel yang memenuhi syarat inklusi yaitu 15 orang. Menurut Sugiyono (2020) total sampling dapat digunakan ketika jumlah populasi relatif kecil, kurang dari 100 atau 30 orang. Penelitian ini dilaksanakan di Gx Studio Atlas Club Kota Malang selama empat minggu (1-27 Oktober 2025). Dalam penelitian ini massa otot diukur menggunakan Tanita seri DC-360 P, sebuah metode non-invasif yang digunakan untuk mengukur komposisi tubuh berdasarkan resistensi aliran arus listrik yang melewati jaringan tubuh, sehingga dapat memperkirakan massa otot secara akurat. Analisis data dalam penelitian ini diawali dengan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk pada program SPSS 25 untuk memastikan bahwa data massa otot sebelum dan sesudah circuit training berdistribusi normal dengan kriteria  $p\text{-value} > 0,05$ . Jika data berdistribusi normal, maka digunakan uji parametrik Paired Sample T-Test untuk menguji perbedaan rata-rata massa otot sebelum dan sesudah perlakuan, dengan ketentuan hasil dianggap signifikan apabila  $p\text{-value} < 0,05$ . Apabila data tidak berdistribusi normal, analisis dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Wilcoxon untuk menilai perubahan massa otot pre-test dan post-test dengan kriteria signifikansi yang sama, yaitu  $p\text{-value} < 0,05$ , sehingga keseluruhan proses analisis memungkinkan peneliti menentukan ada atau tidaknya pengaruh circuit training terhadap massa otot wanita peserta Atlas Sports Club Kota Malang secara objektif dan terukur.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis uji statistik didapatkan rata-rata usia sampel 32 tahun dengan standard deviation 5.33, usia minimum 25 tahun dan maksimum 43 tahun. Sampel dari penelitian ini memiliki rentang usia antara 25-43 tahun, sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel memenuhi syarat usia dewasa yang dilandaskan pada Peraturan Kementerian Kesehatan RI, (2016). Peraturan tersebut menjelaskan bahwa usia dewasa didefinisikan dalam rentang usia 19-44 tahun yang sesuai dengan sampel penelitian ini. Hasil yang telah didapatkan didasarkan pada klasifikasi Body Spec (2025), menunjukkan bahwa terdapat kategori usia 18-35 tahun dan 36-55 tahun. Dalam kategori usia 18-35 tahun didapatkan 12 sampel dengan hasil keseluruhan klasifikasi muscle mass “Lebih”. Selanjutnya, dalam kategori usia 36-55 tahun didapatkan 3 sampel (usia 38,40 dan 43 tahun) dengan hasil keseluruhan klasifikasi muscle mass “Lebih”.

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa seluruh sampel dalam kedua kategori usia tersebut berada dalam klasifikasi muscle mass “Lebih”. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sampel sudah memiliki massa otot yang baik sebelum diberikan perlakuan. Perbandingan rata-rata massa otot sampel pre-test dan post-test dapat dilihat pada tabel berikut.

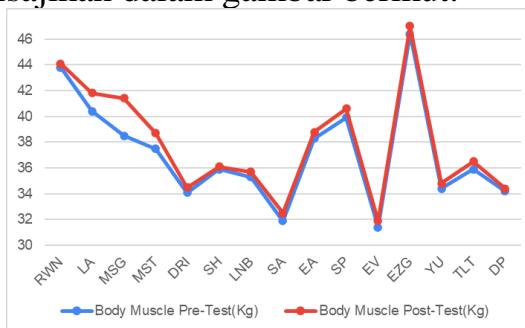
Tabel 1. Hasil Pre-Post Test Muscle mass

<b>Variable</b>	<b>Mean</b>	<b>Sd</b>	<b>Min</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>
<i>Pre-test Muscle Mass</i>	37.19	4.17	31.4	35.9	46.4
<i>Post-test Muscle Mass</i>	37.92	4.35	31.9	36.5	47

Pengukuran massa otot (muscle mass) yang dilakukan kepada seluruh sampel menggunakan alat yang sama (Tanita seri DC-360 P) dengan prosedur yang seragam, sehingga hasil pre-test dan post-test dapat menunjukkan kondisi awal massa otot sebelum dan sesudah adanya adaptasi latihan. Pada tabel 5.1 menunjukkan hasil statistik massa otot pre-test memiliki rata-rata 37,1 Kg dengan standard deviation 4,17 Kg, yang menunjukkan bahwa sebagian besar sampel berada dalam rentang nilai tersebut dengan penyebaran tingkat sedang. Nilai minimum pre-test 31,4 Kg dan maksimum 46,4 Kg. hasil ini menunjukkan bahwa terdapat rentang massa otot antar individu, tetapi seluruh responden berada dalam klasifikasi massa otot “Lebih” berdasarkan Body Spec (2025) sesuai dengan kategori usia masing-masing.

Variasi yang terdapat dalam keseluruhan data menunjukkan bahwa sebelum treatment atau perlakuan diberikan seluruh sampel tidak berada pada ukuran massa otot yang sama, sehingga potensi adaptasi latihan juga akan berbeda. Secara keseluruhan, sampel memiliki massa otot dalam klasifikasi “Lebih” sehingga program yang akan diberikan (circuit training) lebih ditujukan untuk meningkatkan dan menjaga massa otot yang sudah ada, bukan untuk memperbaiki kondisi defisit massa otot.

Hasil Post-Test juga ditampilkan dalam tabel 5.1 dengan menunjukkan rata-rata kenaikan massa otot menjadi 37,9 Kg dengan standard deviation 4,35 Kg. Nilai minimum 31,9 Kg dan maksimum 47 Kg. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa batas bawah dan batas atas memiliki peningkatan dibandingkan sebelum perlakuan diberikan. Pada hasil post-test menunjukkan klasifikasi massa otot setelah diberikan perlakuan tetap berada dalam kategori “Lebih”, tetapi nilai persentase mengalami peningkatan pada masing-masing sampel dibandingkan dengan nilai pre-test. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa metode circuit training tidak menurunkan komposisi tubuh, melainkan mempertahankan dan meningkatkan dominasi massa otot pada seluruh sampel penelitian. Perbedaan hasil pre-post test muscle mass akan disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 1. Grafik Garis Pre-Post Test

Perbandingan hasil penelitian *pre-test* dan *post-test* memiliki rata-rata selisih 0,7 Kg peningkatan massa otot setelah diberikan *treatment* atau perlakuan. Selisih dalam nilai rata-rata didukung oleh masing-masing data individu dimana seluruh sampel mengalami kenaikan massa otot (*muscle mass*) dengan rentang peningkatan 0,2 Kg hingga 2,9 Kg.

Nilai median massa otot juga mengalami peningkatan dari 35,9 Kg menjadi 36,5 Kg, yang menunjukkan bahwa titik tengah distribusi data mengalami peningkatan yang lebih tinggi. Berdasarkan peningkatan nilai rata-rata dan median serta konsistensi klasifikasi massa otot “Lebih” pada data yang telah disajikan, dapat disimpulkan bahwa metode *circuit training* memberikan kontribusi pada peningkatan massa otot (*muscle mass*) secara keseluruhan, dalam level rata-rata kelompok dan individu.

Berdasarkan hasil temuan yang didapatkan, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Socha *et al.*, (2025) dengan menggunakan metode yang sama yaitu *circuit training* dapat meningkatkan massa otot pada wanita. Perbedaan utama program latihan dalam penelitian ini dengan Socha *et al.*, (2025) terletak dalam durasi intervensi, desain sirkuit, alat yang digunakan, intensitas, dan struktur sesi yang diberikan kepada responden yang diteliti. Dalam penelitian ini *circuit training* dilaksanakan selama 4 minggu dengan 16 sesi latihan (intensitas 40-85%), 5 stasiun dalam satu sirkuit yang masing-masing dilakukan selama 30 detik (tempo 1:2) dengan istirahat 20 detik, pengulangan setiap sirkuit sebanyak 3 kali dan jeda antar sirkuit dilakukan selama 2 menit, serta dalam penelitian ini cenderung menggunakan latihan dengan prinsip *free weight* (*dumble, barbell, kettleball, plate* dll) dan latihan menggunakan beban berat badan (*push-up, sit-up, plank, jumping jack*). Sementara itu dalam program yang diterapkan Socha *et al.*, (2025) menggunakan *circuit hydraulic interval training* (CHWIT) yang dilakukan selama 18 minggu (intensitas 60-70%) pada wanita *pre-post menopause*. Pelaksanaan metode ini dilakukan dengan 3 putaran sirkuit yang terdiri dari 8 pos mesin hidrolik. Dalam setiap pos dilaksanakan 40 detik dengan 40 detik aktivitas ringan pada stasiun, serta dengan hitungan repetisi sebanyak-banyaknya yang dapat dilakukan setiap posnya.

Setelah data hasil pengukuran massa otot (*muscle mass*) *pre-test* dan *post-test* dideskripsikan sesuai kriteria secara keseluruhan, tahap selanjutnya adalah pengujian statistik untuk menentukan apakah perubahan yang terjadi memiliki nilai signifikansi secara ilmiah. Uji statistik dilakukan untuk memastikan bahwa perbedaan nilai massa otot antara sebelum dan sesudah diberikan *treatment* terjadi karena efek intervensi metode *circuit training*. Sebelum dilakukan uji hipotesis, data akan melalui uji normalitas menggunakan metode *shapiro-wilk* karena jumlah sampel kurang dari 50. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa *variable muscle mass pre-test* memiliki nilai *p-value* 0,467 dan *variable muscle mass post-test* memiliki nilai *p-value* 0,577. Hasil dari kedua *variable* menunjukkan bahwa nilai *p-value* memenuhi syarat uji normalitas (*p-value* >0,05). Dengan terpenuhinya syarat uji normalitas, maka pengujian hipotesis *variable muscle mass pre-test* dan *muscle mass post-test* dilakukan dengan metode parametrik (Uji *Paired Sample T-Test*).

Berdasarkan hasil uji *Paired Sample T-Test*, nilai *p-value* atas uji *variable muscle mass pre-test* dan *muscle mass post-test* adalah 0,001. Hasil ini menunjukkan bahwa uji hipotesis yang dilakukan memberikan hasil bahwa terdapat perbedaan antara nilai *pre-test* dan nilai *post-test muscle mass*. Nilai mean yang bernilai negatif (-0,7267) menunjukkan bahwa nilai *muscle mass* memiliki peningkatan lebih tinggi setelah diberikan *treatment* atau perlakuan. Sehingga dengan hasil yang didapatkan dapat disimpulkan uji hipotesis 1 ( $H_1$ ) terdapat pengaruh *circuit training* pada massa otot wanita dewasa peserta *Atlas Sports Club* dapat ditertima.

Peningkatan massa otot (*muscle mass*) yang telah terjadi setelah diberikan *treatment* atau perlakuan berupa *circuit training* selalu berkaitan dengan proses adaptasi fisiologis yang kompleks dalam tingkat seluler. Latihan dengan intensitas *moderate-high* dapat menimbulkan respon adaptif dalam tubuh, terutama pada jaringan otot. Respons yang terjadi akan melibatkan mekanisme yang dimulai dari stimulasi awal akibat tekanan

mekanis, sehingga proses sintesis protein akan berujung pada pembesaran serat otot. Proses adaptasi yang terjadi dalam tubuh meliputi beberapa fase sebagai berikut:

#### A. Fase 1: Stimulus dan Kerusakan Seluler

Tahap awal ini merupakan langkah dimana stimulus resistensi (kontraksi eksentrik dan konsentrik) selama *circuit training* akan memicu sinyal pertumbuhan. Hal ini dapat terjadi, ketika otot melakukan gerakan memanjang (konsentrik) dan memendek (eksentrik) akan menciptakan tagangan mekanis pada otot yang akan merusak protein struktural (desmin dan titinin) pada *Z-disk* sarkomer (Rindom & Vissing, 2016).

Kerusakan struktural yang terjadi dalam sel otot akan dideteksi oleh protein membran (integrin), yang akan merubah tekanan mekanis menjadi sinyal dan dikirim pada inti sel melalui jalur FAK (*Focal Adhesion Kinase*) untuk memberitahu jika ada kerusakan struktural dalam sel otot dan harus segera diperkuat. Kerusakan struktural dalam sel otot yang terjadi akan memicu peningkatan pelepasan kalsium ( $Ca^{2+}$ ) dari retikulum sarkoplasma, dimana proses ini akan mengaktifkan enzim *calpain* yang berfungsi untuk memecah protein yang sudah rusak agar dapat diganti dengan protein baru yang lebih kuat (Rindom & Vissing, 2016).

#### B. Fase 2: Respons Inflamasi dan Aktivasi Sel Satelit

Kerusakan seluler yang terjadi akan memicu respons perbaikan yaitu pelepasan *Damage-Associated Molecular Patterns* (DAMPs) yang akan memanggil sel imun pada lokasi sel yang mengalami kerusakan (Bernard *et al.*, 2022). Mekanisme yang terjadi sebagai berikut:

- 1 sampai 6 jam pasca latihan neutrofil akan datang untuk membersihkan puing sel-sel yang mati.
- 24 sampai 48 jam pasca latihan Makrofag M1 akan mensekresi sitokin pro-inflamasi (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ ) yang berfungsi sebagai pemicu peradangan agar menjadi sinyal untuk regenerasi sel yang rusak.
- Setelah 2 sampai 4 hari pasca latihan Makrofag M2 akan mucul dan akan mensekresi *Growth Factors* yaitu IGF-1 (*Insulin-like Growth Factor-1*) dan HGF (*Hepatocyte Growth Factor*) serta sitokin anti-inflamasi yaitu IL-10 (*Interleukin-10*). Aktifasi sel satelit melalui *Growth Factors* berfungsi untuk mengaktifkan sel satelit yang tidak aktif, sehingga sel satelit akan membelah diri menjadi mioblas dan akan menyumbangkan intisel baru (*myonuclei*) pada sel otot yang rusak, serta mendukung peningkatan volume protein kontraktil.

#### C. Fase 3: Aktivasi Jalur Anabolik mTORC1

Pada fase ini merupakan langkah kunci dimana jalur anabolik mTORC1 (*Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1*) sebagai jalur utama pertumbuhan otot, yang melalui 3 jalur utama, yaitu:

##### 1. Jalur P13K-Akt (*Phosphatidylinositol 3-kinase*)

Jalur P13K-Akt merupakan jalur sinyal yang menghubungkan latihan, sekresi hormon, dan pertumbuhan otot. Saat melakukan latihan, otot dan pankreas akan mensekresi IGF-1 (*Insulin-like Growth Factor-1*) dan insulin, yang mana kedua hormon ini akan menempel pada reseptor membran sel otot dan mengaktifkan enzim P13K. Selanjutnya, akan diikuti aktivasi enzim Akt (Protein kinase-B) yang berperan meningkatkan sintesis protein dalam otot. Pada saat yang sama aktivasi enzim Akt akan menghambat protein FoxO yang jika aktif akan menghidupkan gen-gen pemecahan protein (*proteolysis*). Jadi, pada jalur ini akan meningkatkan pembentukan protein otot dan menurunkan pemecahan protein, sehingga mendukung proses hipertrofi otot (Schiaffino *et al.*, 2021).

## 2. Jalur *Sensing* Asam Amino

Dalam jalur *Sensing* Asam Amino, sel otot akan mendeteksi ada atau tidaknya asam amino (leusin) untuk memutuskan terjadi atau tidaknya pembangunan protein baru. Saat kadar leusin rendah, SENS2 (*Sestrin-2*) akan menempel pada GATOR2 (*Gap Activity Toword Rags-2*) sehingga GATOR1 (*Gap Activity Toword Rags-1*) tetap aktif sebagai penghambat mTORC1 (*Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1*). Jika selesai mengkonsumsi protein maka kadar leusin akan meningkat dan leusin akan menempel pada SENS2. Akibatnya, SENS2 akan terlepas pada GATOR2, proses ini akan menyebabkan GATOR1 menjadi lemah yang berdampak pada aktifnya jalur mTORC1 pada permukaan lisosom yang bertugas sebagai sinyal sintesis protein otot (Schiaffino *et al.*, 2021).

## 3. Sinyal Fisik

Pada jalur ini ketika otot diberikan suatu beban, maka akan terjadi peningkatan produksi molekul PA (*Phosphatidic Acid*) pada membran sel otot. Molekul ini memiliki peran sebagai faktor pemicu aktifnya mTORC1 (*Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1*) karena PA dapat langsung menempel pada bagian mTORC1, sehingga aktifnya mTORC1 akan menstimulasi sintesis protein dan volume otot (Rindom & Vissing, 2016).

Setelah melalui beberapa jalur untuk mengaktifkan mTORC1 (*Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1*) maka akan mengirimkan sinyal pada mesin seluler untuk:

1. Mengaktifkan p70S6K yang berfungsi untuk meningkatkan kecepatan Translasi mRNA (*Messenger RNA*) menjadi protein kontraktil (*actin* dan *myosin*) (Schiaffino *et al.*, 2021).
2. Melakukan fosfolirasi 4E-BP1 (*Eukaryotic Translation Initiation factor 4E-Binding Protein 1*), sehingga melepas ikatan eIF4E (*Eukaryotic Translation Initiation factor 4E*) yang bertugas mengantar mRNA pada ribosom. Hasilnya ribosom lebih mudah membuat protein baru (Schiaffino *et al.*, 2021).
3. Saat mTORC1 (*Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1*) aktif, akan berdampak pada penekanan proses *autophagy*. Hal ini akan mengakibatkan protein otot tidak banyak dibongkar/ diubah menjadi energi, sehingga akan membantu menjaga massa otot yang ada (Schiaffino *et al.*, 2021).

## D. Fase 4: Sintesis Protein vs Degradasi

Fase 4 merupakan penentuan apakah otot akan tubuh atau dalam kondisi yang masih sama. Hal ini menitik beratkan kepada *Muscle Protein Synthesis* (MPS) harus lebih besar dari pada *Muscle Protein Breakdown* (MPB). Setelah menjalani latihan, tubuh akan meningkatkan MPS hingga 2-3 kali lipat selama 24-48 jam, jika setelah latihan protein harian terpenuhi (1,6-2,2 gram / berat badan) (Stokes *et al.*, 2018). Pada saat yang sama MPB juga akan naik melalui jalur *ubiquitin-proteasome* (*atrogin-1* dan *MuRF-1*). Jika asupan nutrisi terpenuhi, peningkatan MPB akan lebih kecil dari pada MPS. Hal ini akan mengakibatkan terjadi *net protein balance* yang positif, dapat disimpulkan jumlah protein yang dibangun harus lebih banyak dari protein yang dipecah. Jika kondisi ini terjadi secara berulang, maka akan terjadi peningkatan massa otot pada tubuh (Sacheck *et al.*, 2015).

## E. Fase 5: Remodeling dan Adaptasi Struktural

Pada fase kelima, protein yang baru disintesis tidak hanya akan menambah volume otot, tetapi juga akan mengubah strukur dan fungsi jaringan secara menyeluruh. Protein kontraktil akan ditambahkan dengan cara paralel pada *myofibril* yang sudah ada (hipertrofi *myofibril*), sehingga otot akan menjadi lebih padat dan kuat dari sebelumnya. Dengan menggunakan metode *circuit training* maka waktu istirahat akan ditekan menjadi lebih singkat, hal ini akan menyebabkan peningkatan densitas kapiler dan mitokondria yang

akan memperbaiki daya tahan otot. Jaringan ikat disekitar serat (*endomysium*) dan fasiculus (*perimysium*) juga akan ikut menebal, sehingga otot akan lebih stabil dalam melakukan suatu gerakan. Secara bersamaan sistem saraf juga beradaptasi agar tubuh semakin kuat. Adaptasi ini terjadi karena otot lebih mudah dan cepat untuk mengaktifkan serat otot melalui sistem saraf (motor unit) yang mengaturnya, sehingga semakin banyak serat otot akan semakin efektif ketika digunakan dalam suatu gerakan. Selain itu, frekuensi sinyal dari saraf ke otot akan menjadi lebih rapat, sehingga kontraksi otot menjadi lebih kuat dan stabil (Sinha et al., 2017).

Faktor eksternal merupakan *variable* diluar intervensi utama (*circuit training*) yang tidak dapat dikontrol oleh peneliti sepenuhnya, tetapi memiliki pengaruh yang signifikan yang dapat mempengaruhi hasil perubahan pada massa otot selama masa penelitian. Beberapa faktor eksternal yang dapat mempengaruhi sebagai berikut:

### 1. Asupan Nutrisi Harian

Asupan nutrisi harian memiliki peran penting dalam proses penelitian dalam optimalitas hipertrofi otot dan pemulihannya. Kualitas dan kuantitas protein yang dikonsumsi oleh sampel, terutama asupan harian merupakan *variable* yang tidak dapat dikontrol penuh oleh peneliti, yang secara langsung dapat mempengaruhi laju sintesis protein atau MPS (*Muscle Protein Synthesis*). Asupan optimal harian dalam konsumsi protein (1,6-2,2 gram/Kg berat badan) akan mendukung dalam menunjukkan hasil yang lebih signifikan dibandingkan yang kurang. Selain itu, asupan kalori total juga akan mempengaruhi hasil akhir dari penelitian. Sebagai contoh dengan orang yang melakukan surplus kalori akan mendukung peningkatan massa otot, sedangkan orang yang melakukan defisit kalori akan dapat menghambat proses regenerasi otot. Selanjutnya, potensi dalam konsumsi suplemen penunjang ergogenik (*creatine, Branched-Chain Aminos Acids*, dll) akan dapat memberikan dorongan performa atau pemulihan tambahan yang tidak merata diantara sampel penelitian (Stokes et al., 2018).

### 2. Kualitas Tidur

Faktor pemulihan sangat dipengaruhi oleh kualitas tidur. Kualitas tidur berikatan erat dengan ritme sirkadian yang merupakan jam biologis internal 24 jam yang akan menentukan siklus tidur dan bangun untuk mengatur waktu sekresi hormon. Kedisiplinan sampel terhadap ritme ini akan mempengaruhi efektivitas anabolik (regenerasi otot) dari *circuit training*. Periode nyenyak tidur berada saat memasuki fase gelombang lambat (*Non-REM Stage 3*), yang merupakan puncak dari sekresi *growth hormone* (GH). Sekresi GH akan dimulai 30 sampai 60 menit setelah tidur dimulai dan akan mencapai puncaknya dalam 2-4 jam setelah tidur. Hormon anabolik (GH) yang akan bertugas dalam perbaikan dan pertumbuhan massa otot setelah selesai menjalani sesi latihan. Sebaliknya, dalam ritme sirkadian akan menekan hormon katabolik (pemecah otot) saat tidur dan memuncak pada saat bangun pagi. Oleh karena itu durasi tidur permalam yang direkomendasikan adalah 7-9 jam untuk memastikan puncak sekresi GH yang optimal dan pemulihan neuromuskular, karena gangguan pada ritme sirkadian akan menekan pelepasan GH dan dapat menekan kortisol (Knowles et al., 2018).

### 3. Status Hormonal

Penelitian ini melibatkan wanita dewasa usia 19-44 tahun, sehingga status homonal (siklus menstruasi) akan menjadi faktor eksternal yang tidak dapat dihindari, terutama dalam pengukuran komposisi dan kekuatan tubuh. Dalam fase folikular hormon estrogen akan lebih dominan (1-14 hari). Hormon estrogen memiliki sifat anabolik, yang sifatnya akan meniru hormon pertumbuhan (*Growth Hormone*) serta memiliki

peran protektif pada cedera otot. Pada fase ini sampel akan mengalami peningkatan kekuatan dan daya tahan, serta pemulihan yang lebih cepat. Oleh karena itu, kinerja latihan yang baik dalam fase ini akan dapat berkontribusi pada hasil perolehan massa otot yang lebih tinggi selama masa penelitian. Selanjutnya, dalam fase luteal hormon progesteron akan lebih dominan (15-28 hari). Hormon progesteron akan menyebabkan penurunan kinerja, peningkatan suhu tubuh dan peningkatan cairan tubuh, sehingga pada fase ini wanita akan lebih mudah mengalami kelelahan (Carpenter, 2025).

#### 4. Aktivitas Fisik di Luar Program Penelitian

Faktor eksternal ini mencakup keseluruhan volume latihan dan pengeluaran energi yang dilakukan sampel diluar jadwal *circuit training* yang telah ditentukan. Latihan tambahan (*weight training*, *kardio intensif*, atau olahraga lain) yang dilakukan oleh sampel dapat meningkatkan total *training volume* mingguan sampel atau responden. Hal ini akan menyebabkan efek hipertrofi yang lebih besar dibandingkan sampel yang hanya mengikuti program penelitian. Selain latihan beban, hal ini juga dipengaruhi tingkat aktivitas, misalnya; pekerja fisik, berjalan jarak jauh, dan kegiatan rumah tangga. Sampel dengan tingkat aktivitas yang tinggi akan memiliki kebutuhan kalori dan pemulihan yang lebih besar. Jika kebutuhan kalori dan pemulihan tidak terpenuhi, risiko terjadinya *overtraining* dan katabolik akan meningkat, yang pada akhirnya akan berdampak terhadapnya perolehan massa otot selama masa penelitian (Baz-valle *et al.*, 2022).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat dinyatakan metode circuit training dapat memberikan pengaruh positif terhadap komposisi tubuh (muscle mass) pada wanita usia dewasa (19-44 tahun) peserta Atlas Sports Club Malang. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan rata-rata muscle mass sebesar 0,7 Kg disertai dengan penurunan rata-rata body weight setelah mengikuti program latihan. Temuan ini memberikan indikasi bahwa circuit training dapat menjadi salah satu bentuk intervensi untuk mengatasi dampak negatif sedentary lifestyle, menjaga massa otot serta mendukung tingkat kebugaran fisik pada wanita usia produktif.

### Saran

Saran untuk pelatih dan pengelola tempat kebugaran yaitu untuk tetap menjadikan circuit training sebagai bagian program yang ditawarkan dan bentuk variasi latihan pada client. Selanjutnya, saran untuk peneliti yang akan mendatang sangat direkomendasikan untuk memasukkan variable pendukung lain seperti asupan gizi, dan level aktivitas fisik diluar program latihan. Dengan penambahan variable pendukung lain diharapkan memberikan gambaran yang lebih komprehensif menganai pengaruh circuit training terhadap massa otot.

### DAFTAR PUSTAKA

- Achamo, E. Y. (2022). Effect Of Circuit Training On Muscular Endurance And Muscular Strength Of Danatora Secondary School Male Student In Haddiya Zone, Snnpr, Ethiopia. Msc. Thesis Ermisho, 5(8.5.2017), 2003–2005.
- Aga, A. H. (2022). Twelve Week Effects Of Circuit Exercise Training On Selected Health Related Physical Fitness: In Case Of Dambi Dollo University Second Year Students, Oromia, Ethiopia. International Journal Of Health Sciences, 6(March), 7035–7040. <Https://Doi.Org/10.53730/Ijhs.V6ns1.6514>
- Baz-Valle, E., Balsalobre-Fernández, C., Alix-Fages, C., & Santos-Concejero, J. (2022). A Systematic Review Of The Effects Of Different Resistance Training Volumes On Muscle Hypertrophy. 81(January), 199–210. <Https://Doi.Org/10.2478/Hukin-2022-0017>

- Bernard, C., Gondin, J., Lyon, C. B., & Umr, C. (2022). Role Of Macrophages During Skeletal Muscle Regeneration And Hypertrophy — - Implications For Immunomodulatory Strategies. September, 1–19. <Https://Doi.Org/10.14814/Phy2.15480>
- Brazo-Sayavera, J., Aubert, S., Barnes, J. D., González, S. A., & Tremblay, M. S. (2021). Gender Differences In Physical Activity And Sedentary Behavior: Results From Over 200,000 Latin-American Children And Adolescents. *Plos One*, 16(8 August), 1–14. <Https://Doi.Org/10.1371/Journal.Pone.0255353>
- Carpenter, R. S. (2025). Exploring Implications Of Hormonal Influences On Muscle Function And Training Performance. 5(1), 5–7.
- Coelho-Júnior, H. J., Marques, F. L., Sousa, C. V., Marzetti, E., & Aguiar, S. Da S. (2023). Age- And Sex-Specific Normative Values For Muscle Mass Parameters In 18,625 Brazilian Adults. *Frontiers In Public Health*, 11. <Https://Doi.Org/10.3389/Fpubh.2023.1287994>
- Kemenkes Ri. (2016). Peraturan Menteri Kesehatan No.25 Tahun 2016. Kementerian Kesehatan Ri. <Https://Ayosehat.Kemkes.Go.Id/Kategori-Usia>
- Kemenkes Ri. (2025). Menopause Hanyalah Momen Bukan Momok.
- Knowles, O. E., Drinkwater, E. J., Urwin, C. S., Lamon, S., & Aisbett, B. (2018). Inadequate Sleep And Muscle Strength: Implications For Resistance Training. *Journal Of Science And Medicine In Sport*. <Https://Doi.Org/10.1016/J.Jsams.2018.01.012>
- Park, J. H., Moon, J. H., Kim, H. J., Kong, M. H., & Oh, Y. H. (2020). Sedentary Lifestyle: Overview Of Updated Evidence Of Potential Health Risks. *Korean Journal Of Family Medicine*, 41(6), 365–373.
- Ramalho, A., & Petrica, J. (2023). The Quiet Epidemic: An Overview Of Emerging Qualitative Research Trends On Sedentary Behavior In Aging Populations. *Healthcare (Switzerland)*, 11(15). <Https://Doi.Org/10.3390/Healthcare11152215>
- Ramos-Campo, D. J., Caravaca, L. A., Martínez-Rodríguez, A., & Rubio-Arias, J. Á. (2021). Circuit Training Aims To Provide Stimulation To The Body's Physiological Systems, Namely Skeletal And Cardiovascular Muscles Simultaneously, So That The Adaptation Received By The Body Will Be More Comprehensive Compared To Regular Training. *Biology (Basel)*.
- Rindom, E., & Vissing, K. (2016). Mechanosensitive Molecular Networks Involved In Transducing Resistance Exercise-Signals Into Muscle Protein Accretion. 7(November), 1–9. <Https://Doi.Org/10.3389/Fphys.2016.00547>
- Riviati, N., Darma, S., Reagan, M., Iman, M. B., Syafira, F., & Indra, B. (2025). Relationship Between Muscle Mass And Muscle Strength With Bone Density In Older Adults: A Systematic Review. *Annals Of Geriatric Medicine And Research*, 29(1), 1–14. <Https://Doi.Org/10.4235/Agmr.24.0113>
- Sacheck, J. M., Ohtsuka, A., Mclary, S. C., Goldberg, A. L., Jennifer, M., Ohtsuka, A., & Mclary, S. C. (2015). Igf-I Stimulates Muscle Growth By Suppressing Protein Breakdown And Expression Of Atrophy-Related Ubiquitin Ligases , Atrogin-1 And Murf1. 02115, 591–601.
- Schiaffino, S., Reggiani, C., Akimoto, T., & Blaauw, B. (2021). Molecular Mechanisms Of Skeletal Muscle Hypertrophy. 8, 169–183. <Https://Doi.Org/10.3233/Jnd-200568>
- Sinha, I., Sakthivel, D., & Varon, D. E. (2017). Systemic Regulators Of Skeletal Muscle Regeneration In Obesity. 8(February), 1–7. <Https://Doi.Org/10.3389/Fendo.2017.00029>
- Smith, J. A. B., Murach, K. A., Dyar, K. A., & Zierath, J. R. (2023). Exercise Metabolism And Adaptation In Skeletal Muscle. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 24(9), 607–632. <Https://Doi.Org/10.1038/S41580-023-00606-X>
- Socha, M., Ćwielag, P., & Andrzejewski, W. (2025). The Effects Of Circuit Hydraulic Weight Interval Training On Body Composition And Progression Of Resistance In Recreationally Exercising Pre- And Postmenopausal Women: An 18-Week Quasi-Experimental Study. *Frontiers In Physiology*, 16(February), 1–14. <Https://Doi.Org/10.3389/Fphys.2025.1540983>
- Stokes, T., Hector, A. J., Morton, R. W., Mcglory, C., & Phillips, S. M. (2018). Recent Perspectives Regarding The Role Of Dietary Protein For The Promotion Of Muscle Hypertrophy With Resistance Exercise Training. <Https://Doi.Org/10.3390/Nu10020180>
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D. Alfabeta.

- <Https://Id.Scribd.Com/Document/671612229/Sugiyono-2013-Metode-Penelitian-Kuantitatif-Kualitatif-Dan-R-D-1>
- Wang, X. K., Tian, L., Xu, Q., Pan, X., Kong, L., & Zhao, H. (2025). Association Between Metabolism And Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. *Journal Of Orthopaedic Surgery And Research*, 20(1). <Https://Doi.Org/10.1186/S13018-025-06218-9>
- World Health Organization. (2024). Nearly 1.8 Billion Adults At Risk Of Disease From Not Doing Enough Physical Activity. <Https://Www.Who.Int/News/Item/26-06-2024-Nearly-1.8-Billion-Adults-At-Risk-Of-Disease-From-Not-Doing-Enough-Physical-Activity>
- World Health Organization (Who). (2024). Physical Activity. <Https://Www.Who.Int/News-Room/Fact-Sheets/Detail/Physical-Activity>.