MULTILATERAL: Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga
20 (2), 2021, 144-156
Available Online: https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/multilateralpjkr

Latihan beban sirkuit intensitas maksimal terhadap hipertrofi lengan dan paha

Maximum intensity circuit weight training for arm and thigh hypertrophy

Isti Dwi Puspita Wati[1], Muhamad Ade Jaenudin[2]
[1] Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Unversitas Tanjungpura
[2] MTs. Muslimin Bojongpicung, Cianjur
Email: isti.dwi.puspita.w@fkip.untan.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk melihat adanya perubahan hipertrofi yang terjadi pada lingkar lengan dan lingkar pada dengan latihan intensitas maksimal. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen *pretest post-test*. Sampel terdiri dari 10 mahasiswa 6 putra dan 4 putri. Rentang umur mahasiswa antara 18-21 tahun. Perlakuan diberikan selama 16 kali pertemuan dengan urutan intensitas 75% selama 4 kali pertemuan sebagai beban adaptasi dan intensitas maksimal selama 12 kali pertemuan. Pengukuran terhadap lingkar lengan dan paha dilakukan dengan satuan cm. Pengukuran dilakukan sebelum dilakukan perlakuan dan setelah perlakuan pada pertemuan ke 16 terselesaikan. Analisis data dengan deskriptif statistik dan uji beda sampel berpasangan. Hasil penelitian menunjukkan untuk lingkar lengan terjadi peningkatan rerata 0,45 cm dan untuk lingkar paha 1 cm. Hasil rerata lingkar lengan nilai *pretest* 26,45 dan *post-test* adalah 26,9, sedangkan untuk lingkar paha 48,60 dan 49,60. Uji sampel berpasangan memberi hasil bahwa antara kelompok *pretest* dan *post-test* baik lengan ataupun paha memang sama dengan signifikansi 0,244 untuk lengan dan 0,250 untuk paha. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa antar *pretest* dan *post-test* tidak berbeda jauh meskipun terjadi hipertrofi.

Kata kunci: intensitas maksimal, latihan, sirkuit latihan beban, lingkar lengan, lingkar paha, hipertrofi.

The purpose of this study was to see the changes in hypertrophy that occur in arm circumference and circumference with maximum intensity exercise. The research method used is an experimental pretest post-test. The sample consisted of 10 students, 6 boys, and 4 girls. The age range of students is between 18-21 years. The treatment was given for 16 meetings with an intensity of 75% for 4 meetings as an adaptation burden and maximum intensity for 12 meetings. Measurements of arm and thigh circumference were carried out in cm. Measurements were carried out before the treatment and after the treatment at the 16th meeting was completed. Data analysis with statistical descriptive and paired sample difference test. The results showed that for arm circumference there was an average increase of 0.45 cm and for thigh circumference of 1 cm. The mean result of the arm circumference of the pretest and post-test was 26.45, while for the thigh circumference was 48.60 and 49.60. Paired sample test showed that between the pretest and post-test groups, both arms and thighs were the same with a significance of 0.244 for arms and 0.250 for thighs. In other words, it can be stated that the pretest and post-test are not much different even though there is hypertrophy.

***Key words**: maximum intensity, training, weight training circuit, arm circumference, thigh circumference, hypertrophy.*

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 6 Mei 2021
Disetujui : 11 Juni 2021
Tersedia secara *Online* Juni 2021
Doi: http://dx.doi.org/10.20527/multilateral.v20i2.10618

Alamat Korespondesi:

Isti Dwi Puspita Wati
Pendidikan Kepelatihan Olahraga,
universitas Tanjungpura
Alamat Jl. Prof. Dr. Hadari Nawasi, no. 1
Pontianak Kalimantan Barat.
E-mail: isti@fkip.untan.ac.id

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

Multilateral: Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Berdasarkan penyataan (Reggiani & Schiaffino, 2020), permasalahan peningkatan kekuatan dan hipertrofi otot ini masih terbuka untuk diperdebatkan dan masih belum sepakat apakah dengan peningkatan kekuatan otot sekaligus meningkat ukuran otot, beberapa penelitian yang di *review* belum menunjukkan konsistensi diantara kedua hal ini. Berdasarkan meta analisis yang dilakukan oleh (Nunes et al., 2021) ternyata diperoleh kesimpulan bahwa peningkatan kekuatan otot akan terjadi pada permulaan latihan, sedangkan hipertrofi ternyata latihan beban tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Diyakini bahwa hipertrofi terjadi dengan mekanisme adaptasi rusaknya miofibril, tetapi berdasarkan bukti penelitian tidak selalu demikian (Fukada, Akimoto, & Sotiropoulos, 2020), dalam keterangannya menjelaskan bahwa dengan lebih tepatnya hal ini dipengaruhi oleh mekanisme *muscle satellite cells (MuSCs)*. MuSCs ini lah yang beradaptasi karena adanya beban latihan dengan adaptasi ukuran *myofiber*.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh (Ilham & Sazeki Rifki, 2020) dengan latihan beban dapat terjadi hipertrofi otot dan sekaligus kekuatan, sampel dari penelitian ini adalah atlet dayung. Tetapi hasil penelitian ini tidak senada dengan penelitian yang dilakukan oleh (Buckner et al., 2016) menyatakan sedikit bukti yang menyatakan bahwa ukuran otot berkorelasi dengan kekuatan otot, fakta berikutnya bahwa otot akan mengecil bila latihan menurun. Terdapat penelitian lain yang menyatakan bahwa pada usia tua (60-70) tahun, dengan diberikan latihan beban masih dapat terjadi hipertrofi (Karlsen et al., 2020). Fakta fakta penelitian ini masih belum sepakat tentang kaitan antara hipertrofi otot dan kekuatan.

Bukti penelitian menjelaskan bahwa latihan *power training* dibandingkan dengan latihan intensitas moderat ternyata untuk hipertrofi yang terjadi lebih efektif latihan dengan *power training* (Orssatto, Bezerra, Shield, & Trajano, 2020). Latihan yang direkomendasikan agar terjadi hipertrofi adalah dengan multiple set, istirahat interval lama, dengan kontraksi yang tinggi dan cepat (Arantes et al., 2020). Latihan selama 8 minggu dengan intensitas rendah, moderat dan tinggi semua mengalami peningkatan terhadap kekuatan demikian juga terhadap hipertrofi tetapi semakin tinggi intensitas yang di latih kan akan semakin besar hipertrofi yang diperoleh (Schoenfeld et al., 2019). Hasil penelitian memberikan data bahwa latihan beban dengan 3 set 8-12 RM, dengan istirahat yang berbeda 1 menit dan 3 menit ternyata hasilnya, kelompok yang diberi waktu istirahat lebih panjang peningkatan kekuatan dan hipertrofi ternyata lebih besar (Schoenfeld et al., 2016). Latihan beban selama 9 minggu intensitas 70-80% 10 RM terjadi hipertropi pada *vascus latelaris* (Lixandrão et al., 2016) dengan latihan *leg press* terhadap orang tua. Bahkan latihan terhadap orang tua masih dapat terjadi hipertrofi. Berdasarkan kajian

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hipertrofi dapat terjadi jika dilakukan dengan intensitas dari 70% ke atas dengan pemberian waktu istirahat yang lebih lama, setidaknya latihan dilakukan 8 minggu. Latihan dengan intensitas lebih tinggi memerlukan waktu istirahat yang lama, tetapi memiliki hasil yang lebih baik terhadap hipertrofi.

Penelitian membuktikan kecepatan dalam mengangkat pengaruhnya terhadap hipertrofi otot, ternyata dengan intensitas (70%-85% 1-*repetition maximum*), jumlah set (3), dan istirahat antar set 4 menit (Pareja-Blanco et al., 2020) peneliti menyarankan untuk mengangkat dengan kecepatan sedang, meskipun kecepatan tinggi lebih baik, tetapi akan terjadi efek negatif jika dilakukan dengan kecepatan yang terlalu tinggi. Latihan beban rendah dan beban tinggi ternyata terhadap hipertrofi otot hasilnya tidak jauh berbeda (Grgic, 2020), pernyataan ini dikemukakan atas dasar *review* hasil hasil penelitian. Ada juga yang menyampaikan bahwa latihan beban untuk mendapatkan adaptasi kekuatan dan hipertrofi harus sampai gagal? Pertanyaan ini telah dijawab, ternyata latihan sampai gagal melakukan dan tidak hasilnya sama saja, disarankan lebih baik latihan dilakukan jangan sampai mengalami gagal angkatan terutama untuk pemula (Lacerda et al., 2020). Kajian ini memberikan pesan bahwa intensitas latihan tetap sebagai penyebab utama terjadinya adaptasi kecepatan mengangkat ternyata berpengaruh terhadap hipertrofi otot.

Dari beberapa *review* penelitian yang ada, hipertrofi dilakukan dengan menggunakan intensitas menengah lebih efektif. Namun intensitas lebih tinggi memiliki dampak yang lebih cepat mengalami hipertrofi ketika dilakukan dengan istirahat yang lebih lama dan *multiple* set. Mahasiswa Kepelatihan Olahraga di UNTAN belum pernah mencoba melakukan latihan hingga intensitas maksimal. Latihan yang dilakukan dengan menggunakan intensitas moderat dengan sistem sirkuit. Sehingga dalam penelitian ini ingin membuktikan apakah sistem sirkuit dengan intensitas maksimal akan membuat otot mengalami hipertrofi atau tidak.

Berdasarkan pada kajian penelitian relevan dan permasalahan yang ada, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan perlakukan dengan dosis intensitas maksimal, 14 *station* dan metode sirkuit. Dasar penelitian ini adalah rekomendasi bahwa latihan dengan intensitas yang lebih tinggi akan memberikan pengaruh yang positif terhadap hipertrofi. Cara mengangkat dengan cepat juga menjadi perhatian dalam penelitian ini, sampel melakukan angkatan dengan cepat untuk melihat adaptasi yang terjadi dilihat dari sisi hipertrofi.

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

METODE

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen *pretest post-test* desain. Populasi penelitian adalah mahasiswa yang ikut serta dalam kegiatan *fitness*. Sampel penelitian terdiri dari 10 mahasiswa yang pernah melakukan latihan beban dengan dosis 75%. Teknik pengambilan sampel adalah dengan *purposive*. Latihan pada eksperimen ini dilakukan setelah mahasiswa mengalami masa istirahat selama 2,5 bulan. Pengukuran lingkar lengan dan paha dilakukan di awal perlakukan dan akhir perlakuan dengan menggunakan meteran. Perlakuan dilakukan selama 16 kali pertemuan dengan rincian 4 kali pertemuan dengan dosis 75% dan 12 kali pertemuan dengan dosis intensitas maksimal. Sesi perlakuan menggunakan sesi datar dengan ketentuan, beban diangkat 1-3 kali angkatan, istirahat antar alat 20-30 detik, istirahat antar set 4-8 menit, dengan 3 set, latihan dilakukan 3 kali dalam seminggu. Adapun *station* yang dipergunakan ada 14 yaitu *tricep extention, leg press, pull down* depan, *calf raise, butterfly, leg extention, bench press, sit-up, back-up, standing rowing, squat, pull down* belakang, *bicep, and leg curl.* Data di analisis dengan statistik deskriptif dan uji beda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil pengukuran terhadap lingkar lengan dan lingkar paha sebelum dan setelah perlakuan disajikan dalam tabel 1 dan tabel 2. Berdasarkan kedua tabel ini dapat dijelaskan bahwa, terjadi perubahan terhadap lingkar lengan dan lingkar paha dengan rerata peningkatan 0,45 cm untuk lengan dan 1 cm untuk paha. Nilai rerata lingkar lengan sebelum perlakuan adalah 26,45 cm dan setelah perlakukan 26,75 cm. Nilai lingkar paha untuk *pretest* 48,60 cm dan 4,765 *post-test*.

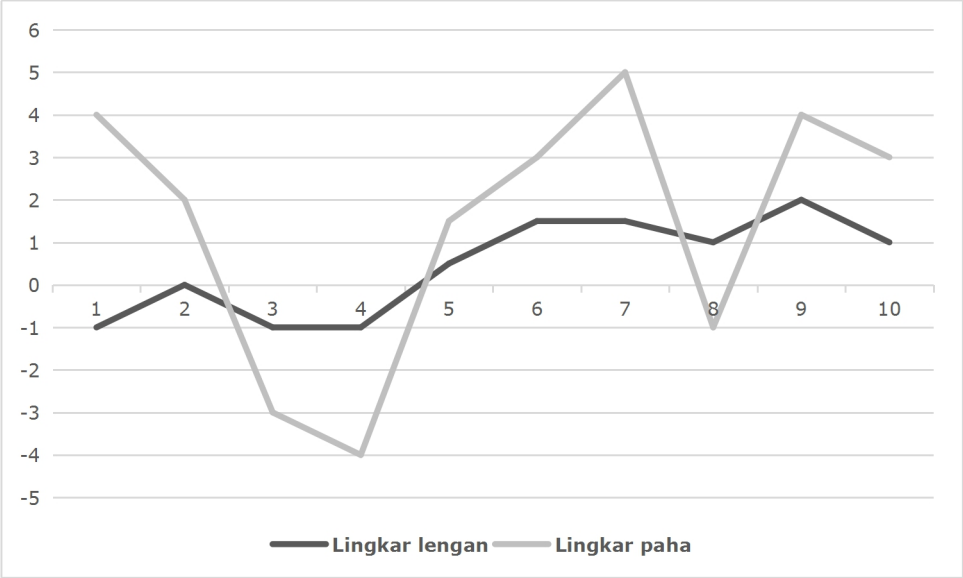
Tabel 1. Hasil Lingkar Lengan dan Paha Setelah Latihan Dosis Intensitas Maksimal

Lingkar lengan (cm)				**Lingkar Paha (cm)**	
Sebelum	**Sesudah**	**selisih lingkar lengan**	**selisih lingkar paha**	**Sebelum**	**Sesudah**
31	30	-1	5	56	61
28	28	0	2	50	52
23	22	-1	-2	48	46
26	25	-1	-3	50	47
25,5	26	0,5	1	46	47
25	26,5	1,5	1,5	43,5	45
27	28,5	1,5	3,5	49,5	53
29	30	1	-2	49	47

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

25	27	2	2	48	50
25	26	1	2	46	48

Berdasarkan table 1 terjadi perubahan pada lingkar lengan dan lingkar paha tiap mahasiswa. Terjadi selisih lingkar pada saat sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan. Hal itu dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Selisih Perubahan Lingkar Lengan Dan Lingkar Paha

Tabel 2. Statistik Deskriptif Hasil *pretest* dan *post-test*

kelompok		**Lingkar lengan (cm)**	**Lingkar paha (cm)**
pretest	*Mean*	26,45	48,6000
	Median	25,75	48,5000
	Variance	5,469	11,100
	Std. Deviation	2,33868	3,33167
	Minimum	23	43,50
	Maximum	31	56,00
	Range	8	12,50
post-test	*Mean*	26,9	49,6000
	Median	26,75	47,5000
	Variance	5,822	22,711
	Std. Deviation	2,41293	4,76562
	Minimum	22	45,00
	Maximum	30	61,00
	Range	8	16,00

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

Tabel 3. Uji Normalitas

kelompok	Kolmogorov-Smirnov[a] lingkar lengan			Kolmogorov-Smirnov[a] lingkar paha		
	Statistic	***df***	***Sig.***	***Statistic***	***df***	***Sig.***
pretest	.176	10	.200*	.237	10	.117
post-test	.155	10	.200*	.231	10	.138

Tabel 3 memberikan informasi uji normalitas data. Berdasarkan uji *Kolmogorov Smirnov* ternyata hasil signifikansi hitung di atas 0,05, maka data dinyatakan normal. Dengan kesimpulan ini maka dilakukan uji lanjut uji beda sampel berpasangan. Hasil uji sampel berpasangan dalam tabel 4, ternyata signifikansi hitung kedua kelompok baik lingkar lengan ataupun lingkar paha di atas 0,05 sehingga dapat disimpulkan kedua kelompok ini secara berpasangan hasilnya tidak jauh berbeda.

Tabel 4. Hasil Uji Beda

			Pair 1 Lengan *pretest* lengan *post-test*	**Pair 2 Paha *pretest* paha *post-test***
Paired Differences	*Mean*		-.45000	-1.00000
	Std. Deviation		1.14139	2.57121
	Std. Error Mean		.36094	.81309
	95% Confidence Interval of the Difference	*Lower*	-1.26650	-2.83933
		Upper	.36650	.83933
	t		-1.247	-1.230
	df		9	9
	Sig. (2-tailed)		.244	.250

Pembahasan

Penelitian ini memberikan hasil terjadi hipertrofi terhadap lingkar lengan dan paha. Dengan perubahan 0,45 untuk lengan dan 1 cm untuk paha secara statistik tidak signifikan. Ada catatan khusus terhadap hasil ini. Dalam penelitian ini angkatan yang dilakukan dilakukan dengan secepat cepatnya, secara teoritis jika angkatan dilakukan dengan cepat maka akan terjadi peningkatan kekuatan tetapi tidak akan terlalu terjadi hipertrofi. Hasil ini ternyata benar demikian dan hipertrofi yang terjadi dapat dikatakan tidak signifikan. Berdasarkan penelitian yang relevan upaya untuk melakukan latihan hipertrofi dilakukan kajian atas dasar hasil penelitian gizi, hormon dan latihan.

Guna meningkatkan hipertrofi maka diperlukan asupan kalori, protein dan lemak dengan susunan yang tepat. Bukti penelitian menggambarkan sebagai berikut; Peningkatan jumlah asupan kalori merupakan cara untuk menjaga

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

keamanan akan terjadinya kekurangan energi ketika latihan beban, harapannya kelebihan energi ini akan disimpan dan menjadikan hipertrofi pada otot (Slater et al., 2019). Sebuah artikel menyatakan bahwa untuk terjadinya hipertrofi otot diperlukan *surplus* asupan energi (Aragon & Schoenfeld, 2020). Berdasarkan pada penelitian ini maka cara untuk meningkatkan hipertrofi otot dengan melebihkan asupan kalori agar terjadi proses penyimpanan. Pada penelitian berikutnya membahas tentang peran protein dalam proses hipertrofi.

Upaya untuk merangsang hipertrofi otot diperlukan asupan protein yang tepat baik dari sisi jumlah, jenis dan kapan sebaran waktu memberi asupan, perlu dicatat bahwa keseimbangan asupan (Deldicque, 2020). Untuk meningkatkan hipertrofi otot merupakan sambungan antara otot yang diberi beban dengan kecukupan asupan protein, meskipun adaptasi otot terhadap beban latihan sangat bervariasi (Joanisse et al., 2020). Pemberian asupan protein pada waktu sarapan disertai dengan latihan beban 3 kali per minggu dengan dosis 70-80% dengan 10 repetisi selama 12 minggu lebih efektif untuk hasil hipertrofi dibandingkan dengan asupan protein yang tinggi sebelum tidur (Yasuda, Tomita, Arimitsu, & Fujita, 2020). Penelitian-penelitian ini memberikan petunjuk bahwa protein berperan dalam hipertrofi otot, ketepatan waktu dalam pemberian asupan protein akan memberikan hasil yang optimal, tentunya asupan protein ini disandingkan dengan latihan. Setelah karbohidrat, protein, berikutnya adalah lemak. Lemak dan protein sebenarnya adalah termasuk dalam gizi makro yang dapat saling menggantikan. Pada masyarakat beredar beberapa cara untuk melakukan hipertrofi otot. Salah satu diantaranya dengan diet tinggi asupan lemak, protein seimbang dan rendah karbohidrat.

Diet keto merupakan diet dengan tinggi asupan lemak, seimbang asupan protein dengan sedikit asupan karbohidrat (5% dari kebutuhan harian kalori) diet ini tidak dapat dipergunakan untuk tujuan hipertrofi otot (Paoli, Cancellara, Pompei, & Moro, 2019). Ternyata vitamin D *receptor* (VDR) berkaitan dengan otot rangka untuk kinerja dan regenerasi, bukti penelitian di lab oleh (Bass et al., 2020) VDR merangsang hipertrofi otot seolah-olah melalui sintesis protein tinggi, efisiensi translasi, ekspansi ribosom dan peningkatan regulasi set gen. Dua artikel ini memberikan gambaran bahwa diet keto kurang dianjurkan untuk tujuan hipertrofi, terdapat variabel lain yaitu vitamin D *receptor* yang berperan dalam proses hipertrofi yang berperan sebagai perangsang untuk terjadinya sintesis protein.

Selain asupan protein yang dapat mempengaruhi hipertrofi maka hormon pertumbuhan juga dapat mempengaruhi hipertrofi. Terjadinya hipertrofi otot dipengaruhi oleh hormon-hormon pertumbuhan yang secara langsung mempengaruhi otot sebagai akibat adaptasi dari adanya latihan beban (Schiaffino, Reggiani, Akimoto, & Blaauw, 2021). *Phosphatidylinositol 3-kinase* (PI3K) berperan penting dalam metabolisme protein dan pertumbuhan sel

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

(Kuramoto et al., 2021), jadi hormon ini yang berperan dalam proses adaptasi pembesaran yang terjadi terhadap otot yang dilatih. Hormon pertumbuhan ((IGF-1) dan IGF-1 *receptor* (IGF-1R)) memiliki peran dalam hipertrofi otot dengan di mediasi oleh *androgen receptor* (Yin, Lu, Lin, & Wang, 2020), berdasarkan pada keterangan ini, hipertrofi otot dipengaruhi olah hormon pertumbuhan, sedangkan hormon pertumbuhan akan bekerja di mediasi oleh *androgen receptor*. Hormon *Insulin-like growth factor-1* (IGF-1) merupakan kunci terhadap anabolik dan katabolik otot, dan hormon ini yang berperan dalam regenerasi otot serta dalam pembentukan otot ke arah hipertrofi (Yoshida & Delafontaine, 2020). Hipertrofi terjadi sebagai proses anabolik *myokinesis* selama dan *nitric oxide* (NO) (Cornish, Bugera, Duhamel, Peeler, & Anderson, 2020), *myokinesis* adalah sinyal yang memberikan informasi kepada otot untuk berkontraksi sedangkan NO adalah mediator untuk aktivasi sel otot yang kaitannya dengan *myokinesis*.

Hal terakhir yang dapat mempengaruhi keadaan hipertrofi adalah faktor latihan. Latihan kekuatan memerlukan periodesasi yang tepat, terdapat dua periodesasi, pertama linier (satu puncak) kedua bergelombang dengan beberapa puncak, kedua cara ini sama sama efektif untuk meningkatkan kekuatan, tetapi jika dibandingkan antara kedua metode ini metode satu puncak lebih efektif (Evans, 2019). Latihan senam dalam jangka yang panjang berkorelasi terhadap kekuatan otot, untuk atlet ternyata kekuatan otot lebih besar 35% dan untuk tinggi lompatan berbeda 36% (Pentidis et al., 2020) Disimpulkan bahwa *stretch training* tidak berpengaruh terhadap hipertrofi otot, tetapi *stretch training* yang dilakukan dengan memberikan beban kepada otot yang mengakibatkan otot berkontraksi akan memiliki pengaruh (Nunes et al., 2020).

Latihan yang dilakukan dengan latihan beban dan *plyometric* ternyata sama sama menyebabkan terjadinya hipertrofi, dengan 12 minggu latihan (Grgic, Schoenfeld, & Mikulic, 2020). Menurut (Roberts, Haun, Vann, Osburn, & Young, 2020) terjadinya hipertrofi pada otot sepanjang kajian literatur yang pernah ada sangat dipengaruhi oleh miofibril, dalam penelitian ini ditemukan hal baru ternyata *sarcoplasma* juga berperan dalam terjadinya hipertrofi. Pembengkakan otot setelah latihan beban merupakan pengaruh dari stres metabolisme, pembengkakan otot ini biasa disebut dengan hipertrofi, berdasarkan penelitian yang dilakukan (Hirono et al., 2020) latihan beban selama 6 minggu akan terjadi perubahan hipertrofi, lebih lanjut dijelaskan bahwa jika terjadi pembengkakan otot pada awal latihan maka selanjutnya hipertrofi akan terjadi lebih besar setelah latihan beban. Berdasarkan meta analisa yang dilakukan oleh (Alves et al., 2020) membuktikan bahwa hipertrofi atlet *body builder* dilakukan dengan cara tinggi intensitas, jumlah repetisi yang sedikit serta waktu istirahat yang panjang antar interval.

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

Hasil penelitian ini secara umum terjadi peningkatan pembesaran pada otot lengan dan paha, peningkatan yang terjadi dengan 16 kali latihan ternyata dapat dikatakan kecil dan secara statistik tidak signifikan. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa dengan latihan 16 minggu dengan dosis intensitas maksimal belum terjadi perubahan hipertrofi yang besar. Berdasarkan penelitian relevan setidaknya dilakukan perlakuan sampai 8 minggu dengan asumsi 1 minggu 3 kali maka setidaknya 24 kali pertemuan. Berdasarkan kajian asupan gizi, hormon dan latihan, dapat diambil kesepakatan bahwa hipertrofi akan terjadi jika otot menerima beban latihan dengan intensitas rendah sampai tinggi. Latihan yang dilakukan akan merangsang hormon untuk melakukan proses katabolik dan anabolik sehingga dengan asupan nutrisi yang seimbang terutama asupan protein yang cukup dan cenderung berlebih untuk unsur kalori maka akan terjadi proses penyimpanan kelebihan di dalam jaringan.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan hasil bahwa latihan dengan dosis intensitas maksimal, 14 *station* yang dilakukan dengan sirkuit menyebabkan terjadinya hipertrofi tetapi secara statistik tidak signifikan. Implikasi dalam penelitian ini adalah penggunaan latihan dengan intensitas tinggi seharusnya disertai dengan istirahat yang lama serta penambahan dalam asupan protein sehingga pembentukan otot dapat segera dilakukan oleh tubuh untuk mengganti otot yang rusak karena adanya pemberian intensitas yang tinggi. Penelitian lebih lanjut jika ingin dilanjutkan dianjurkan untuk memperpanjang perlakuan setidaknya sampai 24 kali pertemuan. Perlu sampel kelompok yang belum terlatih sehingga akan semakin jelas perubahan yang terjadi. Pada penelitian ini tidak diukur kekuatan maksimal di akhir, lebih bagus desain penelitian selanjutnya pengukuran angkatan maksimal dilakukan di awal dan akhir. Kajian gizi masih diperlukan untuk kecermatan hasil penelitian, terutama *nurti recall* gizi makro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada mahasiswa yang telah menjadi sampel dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alves, R. C., Prestes, J., Enes, A., de Moraes, W. M. A., Trindade, T. B., de Salles, B. F., … Souza-Junior, T. P. (2020). Training Programs Designed for Muscle Hypertrophy in Bodybuilders: A Narrative Review. *Sports*, *8*(11), 149. https://doi.org/10.3390/sports8110149

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

Aragon, A. A., & Schoenfeld, B. J. (2020). Magnitude and Composition of the energi Surplus for Maximizing Muscle Hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*, *42*(5), 79–86.

Arantes, V. H. F., da Silva, D. P., de Alvarenga, R. L., Terra, A., Koch, A., Machado, M., & Pompeu, F. A. M. S. (2020). Skeletal muscle hypertrophy: molecular and applied aspects of exercise physiology. *German Journal of Exercise and Sport Research*, *50*, 195–207. https://doi.org/10.1007/s12662-020-00652-z

Bass, J. J., Nakhuda, A., Deane, C. S., Brook, M. S., Wilkinson, D. J., Phillips, B. E., … Atherton, P. J. (2020). Overexpression of the vitamin D receptor (VDR) induces skeletal muscle hypertrophy. *Molecular Metabolism*, *42*, 101059. https://doi.org/10.1016/j.molmet.2020.101059

Buckner, S. L., Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Mouser, J. G., Counts, B. R., & Loenneke, J. P. (2016). The problem Of muscle hypertrophy: Revisited. *Muscle and Nerve*, *54*(6), 1012–1014. https://doi.org/10.1002/mus.25420

Cornish, S. M., Bugera, E. M., Duhamel, T. A., Peeler, J. D., & Anderson, J. E. (2020). A focused review of myokines as a potential contributor to muscle hypertrophy from resistance-based exercise. *European Journal of Applied Physiology*, *120*(5), 941–959. https://doi.org/10.1007/s00421-020-04337-1

Deldicque, L. (2020). Protein intake and exercise-induced skeletal muscle hypertrophy: An update. *Nutrients*, *12*(7), 2023. https://doi.org/10.3390/nu12072023

Evans, J. W. (2019). Periodized resistance training for enhancing skeletal muscle hypertrophy and strength: A mini-review. *Frontiers in Physiology*, *10*, 13. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00013

Fukada, S. ichiro, Akimoto, T., & Sotiropoulos, A. (2020). Role of damage and management in muscle hypertrophy: Different behaviors of muscle stem cells in regeneration and hypertrophy. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research*, *1867*(9), 118742. https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2020.118742

Grgic, J. (2020). The Effects of Low-Load vs. High-Load Resistance Training on Muscle Fiber Hypertrophy: A Meta-Analysis. *Journal of Human Kinetics*, *51*, 51–58. https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0013

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., & Mikulic, P. (2020). Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review. *Journal of Sport and Health Science*. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.010

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

Hirono, T., Ikezoe, T., Taniguchi, M., Tanaka, H., Saeki, J., Yagi, M., … Ichihashi, N. (2020). Relationship Between Muscle Swelling and Hypertrophy Induced by Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003478

Ilham, M., & Sazeki Rifki, M. (2020). Pengaruh Latihan Beban Terhadap Peningkatan Hipertrofi Otot Lengan Atlet Dayung. *Jurusan Kesehatan Dan Rekreasi*, *3*(6), 379–397.

Joanisse, S., Lim, C., McKendry, J., Mcleod, J. C., Stokes, T., & Phillips, S. M. (2020). Recent advances in understanding resistance exercise training-induced skeletal muscle hypertrophy in humans. *F1000Research*, *141*(9), F1000. https://doi.org/10.12688/f1000research.21588.1

Karlsen, A., Soendenbroe, C., Malmgaard-Clausen, N. M., Wagener, F., Moeller, C. E., Senhaji, Z., … Mackey, A. L. (2020). Preserved capacity for satellite cell proliferation, regeneration, and hypertrophy in the skeletal muscle of healthy elderly men. *FASEB Journal*, *34*(5), 6418–6436. https://doi.org/10.1096/fj.202000196R

Kuramoto, N., Nomura, K., Kohno, D., Kitamura, T., Karsenty, G., Hosooka, T., & Ogawa, W. (2021). Role of PDK1 in skeletal muscle hypertrophy induced by mechanical load. *Scientific Reports*, *11*, 3447. https://doi.org/10.1038/s41598-021-83098-z

Lacerda, L. T., Marra-Lopes, R. O., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., Rodrigues, S. A., Martins-Costa, H. C., … Chagas, M. H. (2020). Is Performing Repetitions to Failure Less Important Than Volume for Muscle Hypertrophy and Strength? *Journal of Strength and Conditioning Research*, *34*(5), 1237–1248. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003438

Lixandrão, M. E., Damas, F., Chacon-Mikahil, M. P. T., Cavaglieri, C. R., Ugrinowitsch, C., Bottaro, M., … Libardi, C. A. (2016). Time Course of Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy in the Elderly. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(1), 159-63. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001019

Nunes, J. P., Grgic, J., Cunha, P. M., Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., de Salles, B. F., & Cyrino, E. S. (2021). What influence does resistance exercise order have on muscular strength gains and muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, *21*(2), 149-157. https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1733672

Nunes, J. P., Schoenfeld, B. J., Nakamura, M., Ribeiro, A. S., Cunha, P. M., & Cyrino, E. S. (2020). Does stretch training induce muscle hypertrophy in humans? A review of the literature. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *40*(3), 148–156. https://doi.org/10.1111/cpf.12622

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

Orssatto, L. B. R., Bezerra, E. S., Shield, A. J., & Trajano, G. S. (2020). Is power training effective to produce muscle hypertrophy in older adults? A systematic review and meta-analysis. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *45*(9), 1031-1040. https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0021

Paoli, A., Cancellara, P., Pompei, P., & Moro, T. (2019). Ketogenic diet and skeletal muscle hypertrophy: A Frenemy relationship? *Journal of Human Kinetics*, *68*, 233–247. https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0071

Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P. J., Piqueras-Sanchiz, F., Mora-Vela, R., … Alegre, L. M. (2020). Velocity Loss as a Critical Variable Determining the Adaptations to Strength Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *52*(8), 1752-1762. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002295

Pentidis, N., Mersmann, F., Bohm, S., Giannakou, E., Aggelousis, N., & Arampatzis, A. (2020). Effects of long-term athletic training on muscle morphology and tendon stiffness in preadolescence: association with jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, *120*(12), 2715-2727. https://doi.org/10.1007/s00421-020-04490-7

Reggiani, C., & Schiaffino, S. (2020). Muscle hypertrophy and muscle strength: Dependent or independent variables? a provocative review. *European Journal of Translational Myology*, *30*(3), 9311. https://doi.org/10.4081/ejtm.2020.9311

Roberts, M. D., Haun, C. T., Vann, C. G., Osburn, S. C., & Young, K. C. (2020). Sarcoplasmic Hypertrophy in Skeletal Muscle: A Scientific "Unicorn" or Resistance Training Adaptation? *Frontiers in Physiology*, *11*, 816. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00816

Schiaffino, S., Reggiani, C., Akimoto, T., & Blaauw, B. (2021). Molecular Mechanisms of Skeletal Muscle Hypertrophy. *Journal of Neuromuscular Diseases*, *8*(2), 169–183. https://doi.org/10.3233/JND-200568

Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., & Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *51*(1), 94-103. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001764

Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Nooner, J. L., … Krieger, J. W. (2016). Longer interset rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(7), 180-512. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001272

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)

Slater, G. J., Dieter, B. P., Marsh, D. J., Helms, E. R., Shaw, G., & Iraki, J. (2019). Is an energi Surplus Required to Maximize Skeletal Muscle Hypertrophy Associated With Resistance Training. *Frontiers in Nutrition*, *20*(6), 131. https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00131

Yasuda, J., Tomita, T., Arimitsu, T., & Fujita, S. (2020). Evenly Distributed Protein Intake over 3 Meals Augments Resistance Exercise-Induced Muscle Hypertrophy in Healthy Young Men. *Journal of Nutrition*, *150*(7), 1845–1851. https://doi.org/10.1093/jn/nxaa101

Yin, L., Lu, L., Lin, X., & Wang, X. (2020). Crucial role of androgen receptor in resistance and endurance trainings-induced muscle hypertrophy through IGF-1/IGF-1R-PI3K/Akt-mTOR pathway. *Nutrition and Metabolism*, *17*, 26. https://doi.org/10.1186/s12986-020-00446-y

Yoshida, T., & Delafontaine, P. (2020). Mechanisms of IGF-1-Mediated Regulation of Skeletal Muscle Hypertrophy and Atrophy. *Cells*, *9*(9), 1970. https://doi.org/10.3390/cells9091970

Copyright © 2021, Jurnal Multilateral, ISSN: 1412-3428 (print), ISSN: 2549-1415 (online)