

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN *ULTRASOUND* DAN *STRETCHING*
TERHADAP PERUBAHAN FLEKSIBILITAS OTOT *HAMSTRING*
AKIBAT *DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS (DOMS)***



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan**

Oleh:

ZANETA WAHYU KINANTI

J 120 150 026

**PROGRAM STUDI S1 FISIOTERAPI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN *ULTRASOUND* DAN *STRETCHING*
TERHADAP PERUBAHAN FLEKSIBILITAS OTOT *HAMSTRING*
AKIBAT *DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS (DOMS)***

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

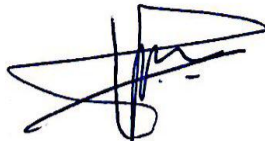
ZANETA WAHYU KINANTI

J 120 150 026

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Arin Supriyadi, SSSt.FT., M.Fis.

NIK: 400.1804

HALAMAN PENGESAHAN

EFEKTIVITAS PEMBERIAN *ULTRASOUND* DAN *STRETCHING*
TERHADAP PERUBAHAN FLEKSIBILITAS OTOT *HAMSTRING*
AKIBAT *DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS (DOMS)*

OLEH

ZANETA WAHYU KINANTI

J 120 150 026

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 8 Mei 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Arin Supriyadi, SSt.FT., M.Fis.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Agus Widodo, S.Fis., Ftr., M.Fis.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Totok Budi Santoso, S.Fis., Ftr., MPH.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)



Dekan,


Dr. Nurul Huda, S.KM., M.Kes.

NIK: 786

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Mei 2019

Penulis



ZANETA WAHYU KINANTI

J 120 150 026

EFEKTIVITAS PEMBERIAN *ULTRASOUND* DAN *STRETCHING* TERHADAP PERUBAHAN FLEKSIBILITAS OTOT *HAMSTRING* AKIBAT *DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS (DOMS)*

Abstrak

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) adalah nyeri dan kekakuan otot yang berkembang 24-72 jam setelah latihan tidak terbiasa melakukan latihan fisik atau berolahraga. Salah satu masalah akibat DOMS adalah adanya penurunan fleksibilitas. Adanya nyeri dan penurunan fleksibilitas sangat berpengaruh pada aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Modalitas fisioterapi yang dapat menghilangkan nyeri DOMS dan meningkatkan fleksibilitas adalah dengan pemberian *stretching* dan *ultrasound*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas pemberian *ultrasound* dan *stretching* terhadap perubahan fleksibilitas otot *hamstring* akibat *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi experimental* dengan desain *pre-test* dan *post-test with two group design*. Pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Jumlah subjek dari penelitian ini 10 mahasiswa Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta dibagi menjadi 2 kelompok dengan 5 orang kelompok kontrol dan 5 orang kelompok perlakuan. Hasil uji pengaruh menggunakan *paired sampel t-test* pada kelompok kontrol dengan *p-value* 0,000 dan pada kelompok perlakuan dengan *p-value* 0,000 maka ada pengaruh antara dua kelompok tersebut, baik pemberian *ultrasound* dan *stretching* maupun pemberian *stretching* saja. Uji beda pengaruh menggunakan *independent sampel t-test* didapatkan *p-value* 0,024 maka terdapat beda pengaruh antara kelompok kontrol yang diberikan *stretching* saja dengan kelompok perlakuan yang diberikan *ultrasound* dan *stretching* (PNF). Uji normalitas data menggunakan *Saphiro Wilk Test*. Uji homogenitas menggunakan uji *Anova*. Uji pengaruh menggunakan *Sample Paired t Test*. Uji beda pengaruh menggunakan *Independent Sample t Test*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *ultrasound* ditambah dengan *stretching* (PNF) maupun hanya *stretching* saja dapat meningkatkan fleksibilitas otot *hamstring* akibat *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*.

Kata Kunci: *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*, *fleksibilitas*, *ultrasound*, *stretching*

Abstract

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) is muscle pain and stiffness that develops 24-72 hours after exercise involving muscles that are not accustomed to physical activity or exercise. One problem with DOMS is that there is a decrease in flexibility. Pain and decreased flexibility are very influential in activities in everyday life. Physiotherapy modality that can eliminate DOMS pain and increase flexibility are by stretching and ultrasound. The purpose of this study was to determine the effectiveness of ultrasound and stretching on changes in flexibility of hamstring muscles during Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). The method used was quasi experimental with a pre-test and post-test with two group design. Sampling uses purposive sampling. The number of subjects from this study were 10 Physiotherapy students from the Faculty of Health Sciences, Muhammadiyah Surakarta University, divided into 2 groups with 5 control group and 5 treatment groups. The effect of the test using paired sample t-test in the control group with p-value 0.000 and in the treatment group with p-value of 0.000 there was influence between the two groups, both ultrasound and stretching and stretching only. Different effect test using independent t-test sample obtained p-value 0.024, there is a difference in influence between the control group given stretching only with the treatment group given ultrasound and stretching. Test the normality of the data using Saphiro Wilk Test. Homogeneity test using Anova test. Effect test using Paired t Test Samples. Different effect test using Independent Sample t Test. The conclusion is ultrasound combination with stretching and just stretching only can increase the flexibility of the hamstring muscle caused by Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS).

Keywords: Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS), flexibility, ultrasound, stretching

1. PENDAHULUAN

Semua makhluk hidup memerlukan gerak, salah satunya adalah manusia. Hampir semua aktivitas manusia dalam hidupnya dilakukan dengan bergerak. Aktivitas fisik adalah salah satu aktivitas yang didapatkan dari adanya pergerakan tubuh manusia. *World Health Organization* (2010) menyatakan bahwa aktivitas fisik diartikan sebagai setiap gerakan anggota tubuh yang dihasilkan oleh otot-otot rangka dan kegiatan tersebut membutuhkan pengeluaran energi. Latihan fisik termasuk dalam aktifitas fisik. Latihan fisik yaitu aktivitas fisik yang terprogram,

tersusun, dan dilakukan berulang-ulang dengan maksud untuk meningkatkan kesegaran jasmani.

Olahraga adalah bagian dari bentuk latihan fisik (Pink, 2008). Olahraga adalah serangkaian gerak tubuh yang teratur dan terencana untuk memelihara gerak dan meningkatkan kemampuan fungsionalnya. Olahraga setiap hari dengan teratur atau dengan kegiatan olahraga yang terjadwal. Tetapi minat masyarakat untuk berolahraga masih sangat rendah. Rendahnya minat olahraga secara rutin menyebabkan seseorang berolahraga secara instan (tidak bertahap, tidak teratur dan tidak progresif). Masalah yang timbul setelah olahraga pada individu yang kurang melakukan aktivitas fisik yang dapat terjadi salah satunya adalah *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*. *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)* dapat terjadi ketika seseorang melakukan olahraga dengan intensitas yang tinggi dan terjadi kerja otot secara berlebihan.

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) adalah nyeri dan kekakuan otot yang berkembang 24-72 jam setelah latihan yang melibatkan otot yang tidak terbiasa melakukan aktivitas fisik atau berolahraga (Zondi *et al.*, 2015). Mekanisme terjadinya DOMS dapat dihubungkan dengan adanya stimulasi nyeri yang disebabkan dengan adanya pembentukan asam laktat, kekakuan otot, kerusakan jaringan ikat, kerusakan otot, peradangan, dll. Rasa nyeri DOMS biasanya mulai berkembang 12-24 jam pertama dan mencapai puncaknya dalam waktu 24-72 jam setelah melakukan olahraga. Salah satu otot pada ekstremitas bawah yang sering mengalami DOMS adalah otot *hamstring*. Otot *hamstring* merupakan kelompok otot pada *hip joint* yang terletak di belakang paha berfungsi untuk gerakan fleksi *knee*, ekstensi *hip*, serta eksternal internal rotasi *hip*. Otot *hamstring* terdiri dari *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* dan *m. biceps femoris*. Kelompok otot tersebut merupakan otot yang sering melakukan aktivitas kontraksi eksentrik dengan intensitas tinggi. Kerusakan otot pada aktivitas eksentrik menyebabkan timbulnya nyeri, penurunan lingkup gerak sendi, kekakuan, penurunan daya tahan dan adanya radang di sekitar *myotendon junction* (Sudarsono, 2011).

Modalitas fisioterapi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan akibat DOMS yakni *ultrasound* dan *stretching*. *Ultrasound*

berguna dalam mempercepat proses penyembuhan jaringan yang terluka. Efek termal *Ultrasound* yang masuk ke otot bagian dalam menghasilkan fleksibilitas yang lebih baik pada serabut kolagen dan otot (Cho dan Kim, 2016). (Parker dan Madden, 2014), mengatakan dalam penelitiannya bahwa *ultrasound* merupakan alat yang efektif untuk mengurangi gejala pada DOMS.

Stretching/peregangan yaitu suatu bentuk latihan penguluran pada jaringan lunak dengan teknik tertentu yang dilakukan bertujuan untuk menurunkan ketegangan otot sehingga otot menjadi lebih rileks. *Stretching* bertujuan untuk mencegah cedera, mengurangi rasa sakit, dan meningkatkan lingkup gerak sendi. Dalam penelitian Wang *et al.* (2018), *stretching* efektif dapat menurunkan gejala DOMS.

Penurunan lingkup gerak sendi dan atenuasi syok terjadi pada periode nyeri otot yang parah (Veqar, 2013). Terlihat bahwa keterbatasan yang terkait dengan DOMS muncul dari hilangnya kekuatan otot, selain itu adanya pembengkakan di dalam jaringan penghubung *perimuscular*, khususnya di sekitar *myotendinous junction*. Beberapa gejala yang dirasakan saat DOMS adalah adanya nyeri dan fleksibilitas yang berkurang.

Nyeri yang dirasakan responden tersebut mengakibatkan otot menjadi kaku sehingga dapat menimbulkan penurunan fleksibilitas otot *hamstring*. Nyeri pada DOMS memerlukan waktu untuk hilang, sehingga DOMS dapat mengganggu aktivitas sehari-hari seseorang. DOMS perlu ditangani dengan khusus untuk mengurangi intensitas nyeri yang dirasakan sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas otot *hamstring*.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *quasi experimental* dengan desain *pre test and post test two group*. Metode pemilihan sampel menggunakan *non-probability sampling* dengan jenis *purposive sampling* sebanyak 10 mahasiswa Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta semester 4 dan 6 kemudian dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol yang diberi *stretching* (PNF) terdiri dari 5 orang dan kelompok perlakuan diberi

ultrasound dan *stretching* (PNF) yang terdiri 5 orang dengan kriteria inklusi meliputi (1) adanya DOMS setelah melakukan latihan eksentrik, (2) IMT normal, (3) tidak memiliki riwayat cedera otot *hamstring*, (4) berjenis kelamin laki-laki, (5) berumur ≤ 18 sampai ≤ 22 tahun.

Penelitian dilakukan di In N'Out Fitness yang beralamat di Jalan Garuda Mas No. 2 Gonilan, Kartasura, Kabupaten Sukoharjo untuk latihan eksentrik otot *hamstring* menggunakan *leg curl exercise* dan intervensi diberikan di Ruang Praktik Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian dilakukan selama 4 hari dengan frekuensi intervensi 3 kali saat 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Instrumen penelitian ini menggunakan *Visual Analogue Scale* (VAS) sebagai alat ukur nyeri DOMS serta alat ukur fleksibilitas otot *hamstring* dengan *Active Knee Extension* (AKE) dan goniometer.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

3.1.1 Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Responden

Variabel	Mean	SD	Maksimal	Minimal	p-value
Usia					
PNF	20	0,707	21	19	0,694
US dan PNF	20,20	0,837	21	19	
IMT					
PNF	20,10	1,756	22,9	18,4	0,347
US dan PNF	19,08	1,460	21	17,6	
Nyeri Pre (Post 24 jam)					
PNF	6,68	0,192	6,9	6,4	0,145
US dan PNF	6,50	0,158	6,7	6,3	
Fleksibilitas Pre (Post 24 jam)					
PNF	67,80	1,923	70	65	0,724
US dan PNF	67,40	1,516	69	65	

3.2 Analisis Data

3.2.1 Uji Normalitas Data

Uji normalitas digunakan untuk menilai sebaran data pada suatu variabel berdistribusi normal atau tidak. Penelitian ini

menggunakan uji normalitas dengan *Saphiro Wilk* karena data yang dimiliki kurang dari 30.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

Kelompok	P-value	Keterangan
Kelompok PNF		
<i>Post</i> 24 jam (<i>Pre</i>)	0,928	Normal
<i>Post</i> 72 jam	0,468	Normal
Kelompok US dan PNF		
<i>Post</i> 24 jam (<i>Pre</i>)	0,492	Normal
<i>Post</i> 72 jam	0,928	Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas yang telah dilakukan pada kelompok *stretching* (PNF) dengan *pre* (*post* 24 jam) dan *post* (*post* 72 jam) yang berarti data normal sebagaimana diketahui bahwa nilai $p > 0,05$. Sedangkan kelompok *ultrasound* dan *stretching* (PNF) dengan nilai *pre* (*post* 24 jam) dan *post* (*post* 72 jam) dengan nilai $p > 0,05$ yang berarti normal, maka dapat disimpulkan hasil uji normalitas kedua kelompok tersebut berdasarkan dari distribusi data normal.

3.2.2 Uji Homogenitas

Tabel 3. Uji Homogenitas

Karakteristik	Sig.	Hasil
Usia	0,694	Homogen
IMT	0,347	Homogen
Nyeri <i>Pre</i> (<i>Post</i> 24 jam)	0,145	Homogen
Fleksibilitas <i>Pre</i> (<i>Post</i> 24 jam)	0,724	Homogen

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa hasil uji homogenitas kedua kelompok untuk usia 0,694, IMT 0,347, nyeri *pre* (*post* 24 jam) 0,145 dan nilai fleksibilitas *pre* (*post* 24 jam) 0,724 yang berarti data-data tersebut melebihi 0,05 sehingga dapat dikatakan data berdistribusi homogen (mempunyai varian yang sama).

3.2.3 Uji Pengaruh

Tabel 2. Uji Pengaruh Fleksibilitas Hamstring

Kelompok	Mean		P-value	Kesimpulan
	<i>Pre test</i>	<i>Post test</i>		
PNF	67,8	18	0,000	Ha diterima
US dan PNF	67,40	12,80	0,000	Ha diterima

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa uji pengaruh menggunakan *paired sample t-test* pada kelompok yang diberikan perlakuan *stretching* (PNF) didapatkan hasil bahwa nilai p sebesar 0,000 dimana $p < 0,05$ maka H_a diterima, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh pemberian *stretching* (PNF) terhadap perubahan fleksibilitas otot *hamstring* akibat *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS).

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa uji pengaruh kelompok yang diberi perlakuan *ultrasound* dan *stretching* (PNF) didapatkan hasil bahwa nilai p sebesar 0,000 dimana $p < 0,05$ maka H_a diterima, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh pemberian *ultrasound* dan *stretching* (PNF) terhadap perubahan fleksibilitas otot *hamstring* akibat *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS).

3.2.4 Uji Beda Pengaruh

Uji beda pengaruh yang dilakukan penelitian ini pada kelompok kontrol dengan pemberian *stretching* (PNF) dan kelompok perlakuan dengan pemberian *ultrasound* dan *stretching* (PNF) menggunakan uji parametrik yaitu *independent sample t-test*.

Tabel 3. Uji Beda Pengaruh Fleksibilitas Hamstring

Kelompok	N	Mean selisih fleksibilitas hamstring	SD	P-value	Kesimpulan
PNF	5	49,80	2,946	0,024	Ha diterima
US dan PNF	5	54,60	2,510		

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui hasil uji beda pengaruh yang telah dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test* didapatkan hasil *p-value* sebesar 0,024 dimana $p < 0,05$ maka H_a diterima, sehingga terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Dilihat dari hasil mean pada uji beda pengaruh tersebut bahwa kelompok perlakuan memiliki nilai mean 54,60 sedangkan kelompok kontrol 49,80 maka dapat disimpulkan bahwa pemberian intervensi untuk kelompok

perlakuan berupa *ultrasound* dan *stretching* (PNF) lebih baik dari kelompok kontrol berupa pemberian *stretching* (PNF) saja.

3.3 Pembahasan

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) adalah rasa sakit atau nyeri pada otot yang dirasakan saat 24-48 jam setelah melakukan aktivitas fisik atau olahraga (Zondi *et al.*, 2015). Gejala saat DOMS yaitu nyeri, bengkak, kaku dan menurunnya lingkup gerak sendi, sehingga dapat terjadi penurunan fleksibilitas. Aktivitas fisik yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya cedera, kerusakan otot atau jaringan ikat pada otot. Ketika otot mengalami kerusakan jaringan maka tubuh akan merespon dengan cara memperbaiki kerusakan dan merangsang ujung saraf sensorik sehingga akan timbul nyeri karena rangsangan tersebut.

Stretching adalah suatu latihan fisik yang meregangkan sekumpulan otot agar otot menjadi elastis dan nyaman yang biasanya dilakukan sebelum atau sesudah olahraga. Hindle *et al.* (2012) menerangkan bahwa *stretching* PNF efektif dalam meningkatkan dan mempertahankan ROM, meningkatkan kekuatan otot dan meningkatkan atletis kinerja, terutama setelah olahraga. Hal ini juga dilakukan secara rutin dan konsistensi saat 24 jam, 48 jam dan 72 jam setelah diberikan latihan eksentrik otot *hamstring* untuk mencapai manfaat dari teknik *stretching* PNF. Latihan tersebut akan mengembalikan kemampuan dan kondisi organ yang cedera ke kondisi yang lebih baik. Ambardini (2018) menyatakan bahwa *stretching* PNF harus dilakukan secara rutin dan konsisten agar mendapatkan hasil yang maksimal.

Menurut Sonal *et al.* (2016) *contact-relax with antagonist contraction* merupakan suatu teknik terapi latihan yang diikuti dengan relaksasi otot agonis secara tidak langsung dengan diikuti kontraksi otot antagonis secara konsentrik. Gerakan ini diawali dengan *stretching* otot yang spasme (*hamstring*) diikuti oleh relaksasi lalu otot tersebut berkontraksi isometrik, kemudian adanya kontraksi otot antagonis (*quadriceps*) dengan gerakan akhir diberikan *stretching* lebih dari gerakan

awal pada otot agonis. Prosedur ini diulang pada tiap poin dalam ROM yang punya keterbatasan (limitasi) yang bisa dirasakan. Menurut penelitian Mitchell *et al.* (2009) menilai efektifitas dari CRAC menggunakan EMG sebagai alat ukur, mengemukakan bahwa adanya tonus otot yang meningkat selama terjadi kontraksi dari otot antagonis. Dikatakan bahwa terdapat kontraksi yang bersamaan dari otot yang berlawanan yang meningkatkan EMG surface dari target otot dan peningkatan nilai EMG disebabkan oleh koaktifasi dari otot antagonis selama prosedur *stretching*. Koaktifasi terjadi di seluruh tubuh dan terjadi di setiap aktivitas yang memerlukan stabilisasi. Pada kontraksi konsentrik, sangat penting bagi otot antagonis untuk terus memberikan tenaga bertujuan untuk mempertahankan stabilitas. Jika otot antagonis sepenuhnya berelaksasi, maka gerakan justru tidak akan terkontrol dan tidak terkoordinasi. Koaktifasi dari *hamstring* dan *quadriceps* selama tehnik CRAC meningkatkan kemampuan dari tungkai untuk mengubah arah. Tehnik CRAC menggunakan gerakan bergantian yang memungkinkan koaktifasi dari otot yang terlibat untuk mengakomodasi dengan lebih baik jika dibandingkan ketika otot antagonis berelaksasi secara penuh sebelum kontraksi (Mitchell *et al.*, 2009). Selain itu menurut teori *stress relaxation*, kontraksi dari otot antagonis menggunakan tenaga tarikan yang lebih pada target otot (Hindle *et al.*, 2012). Dalam penelitian ini, mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Nagarwal (2010), kontraksi pada otot *quadriceps* adalah kontraksi konsentrik. Setiap kontraksi otot memiliki efek yang berbeda-beda. Salah satunya pada kontraksi konsentrik yang digunakan untuk meningkatkan kelemahan otot.

Ultrasound adalah suatu alat terapi yang menggunakan getaran mekanik gelombang suara dengan frekuensi lebih dari 20.000 Hz. Perbaikan sirkulasi darah oleh efek terapi *ultrasound* akan menyebabkan terjadinya relaksasi otot karena zat-zat pengiritasi jaringan bersirkulasi untuk dieliminasi dengan lebih baik (Buana *et al.*, 2017). Jika gelombang *ultrasound* masuk ke tubuh efek pertama yang muncul adalah efek

mekanik. Adanya gelombang longitudinal menyebabkan adanya peregangan dengan frekuensi yang sama menghasilkan variasi tekanan didalam jaringan. Variasi tekanan merupakan efek mekanik yang disebut efek *micromassage*. Adanya variasi tekanan tersebut akan menghasilkan perubahan volume dari sel-sel tubuh sebesar 0,02%, perubahan permeabilitas dari membran sel dan membran jaringan dan mempermudah proses metabolisme (Hayes, 2014). Melalui efek nonthermal penggunaan *ultrasound* dapat menghasilkan *microstreaming* pada pergerakan molekul. Hal tersebut merangsang pelepasan histamin dari mast cells yang meningkatkan transport ion kalsium melintasi membran sel sehingga merangsang pelepasan histamin. Histamin menarik polimorfonuklear leukosit, bersama dengan monosit yang fungsi utamanya adalah untuk melepaskan agen *chemotactic* dan faktor pertumbuhan yang merangsang *fibroblast* dan sel endotel untuk membentuk kolagen, vaskularisasi digunakan untuk pengembangan jaringan ikat baru yang sangat penting untuk perbaikan yang cepat. *Micromassage* yang ditimbulkan dari *ultrasound* akan menimbulkan efek panas dalam jaringan. Efek panas yang diproduksi tidak sama untuk setiap jaringan tergantung dari beberapa faktor yang ditentukan diantaranya bentuk aplikasi *ultrasound* (*continue* atau terputus-putus), intensitas, lamanya terapi dan koefisien absorpsi (Hayes, 2014). Dari peningkatan temperatur jaringan tersebut akan menghasilkan pemanjangan serat kolagen pada tendon dan kapsul sendi, penurunan kekakuan sendi, pengurangan spasme otot, modulasi nyeri, peningkatan aliran darah, dan respon inflamasi ringan. Peningkatan suhu 1°C membantu meningkatkan metabolisme dan proses penyembuhan, peningkatan suhu 2°-3°C mengurangi nyeri dan spasme otot, dan peningkatan 4°C meningkatkan ekstensibilitas kolagen dan mengurangi kekakuan sendi (Triyono dan Jaryanto, 2018).

4. PENUTUP

4.1 Simpulan

Pada penelitian ini terdapat dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Dari kedua kelompok tersebut sama-sama memberikan efek pada subjek penelitian. Maka baik *ultrasound* ditambah *stretching* (PNF) ataupun hanya *stretching* (PNF) saja berpengaruh terhadap perubahan fleksibilitas otot *hamstring* akibat *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS).

4.2 Saran

4.2.1 Keilmuan

Untuk bidang keilmuan dapat dijadikan sebagai informasi tentang manfaat atau referensi *ultrasound* dan *stretching* (PNF) terhadap perubahan fleksibilitas otot *hamstring* akibat *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS).

4.2.2 Peneliti lain

Untuk peneliti lain sebagai pedoman untuk penelitian selanjutnya dan peneliti selanjutnya dapat mengontrol aktivitas sehari-hari responden.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambardini, W. B. (2018). Efektivitas Kombinasi Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Dan Ice Massage Untuk Mencegah Delayed Onset Muscle Soreness.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2013). *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Buana, Ni Made Tri, Susy Purnawati, Sugijanto, Komang Satriyasa, Nengah Sandi, M. Ali Imron. (2017). Perbedaan Kombinasi Myofascial Release Technique Dengan Ultrasound Dan Kombinasi Ischemic Compression Technique Dengan Ultrasound Dalam Meningkatkan Kekuatan Otot Leher Akibat Sindroma Miofasial Pada Penjahit Pakaian Di Kabupaten Gianyar. *Sport and Fitness Journal*, 5(3).
- Cho, Sung-Hak and Kim, S. H. (2016). Immediate effect of stretching and ultrasound on hamstring flexibility and proprioception. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(6), 1806–1808. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1806>
- Hayes, Keren W. 2014. *Agens Modalitas untuk Praktisi Fisioterapi*, Edisi 6. Jakarta: EGC

- Hindle, K., Whitcomb, T., Briggs, W., & Hong, J. (2012). Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 105–113. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0011-y>
- Mitchell, U.H., Myrer, J.W., Hopkins, J.T., Hunter, I., Feland, J.B., Hilton, S.C. (2009). Neurophysiological Reflex Mechanisms” Lack of Contribution to the Success of PNF Strtches, *Journal of Sport Rehabilitation*. 18: 343-357.
- Nagarwal, A. K., Zutshi, K., Ram, C. S., & Zafar, R. (2010). Improvement of Hamstring Flexibility: A Comparison between Two PNF Stretching Techniques, 4(1), 25–33.
- Pink, B. (2008). Information paper: defining sport and physical activity, a conceptual model - Australia. *Australian Bureau of Statistics*, 1–32. Retrieved from www.abs.gov.au
- Sharman, A. G. (2006). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching. Mechanisms and Clinical Implications. *Sports Medicine*, 929-939.
- Sonal, A. (2016). Comparison Between Post Isometric Relaxation and Reciprocal Inhibition Maneuvers on Hamstring Flexibility in Young Healthy Adults: Randomized Clinical Trial, *International Journal Medicine Research Health Science*.5(1): 33-37.
- Sudarsono, Ari. (2011). Peregangan Otot-Otot Paha Dan Slump Test Setelah Latihan Mencegah Timbulnya Nyeri Tekan Dan Bengkak Otot-Otot Paha Serta Memperbaiki Kemampuan Lompat Pada Orang Dewasa, Program Pascasarjana. Dalam *Tesis*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Triyono dan Jaryanto. (2018). Pemberian Ultrasound Dan My Ofascial Release Technique Terhadap Penurunan Nyeri Pada Pasien Osteoarthritis Di Rs Pku Muhammadiyah Karanganyar. *GASTER*, XVI(2).
- Veqar, Z. (2013). Causes and Management of Delayed Onset Muscle Soreness : A Review. *Elixir Human Physio.*, 55, 13205–13211. Retrieved from www.elixirpublishers.com
- Wang, Y. (2018). The efficacy of dynamic contract-relax stretching on delayed-onset muscle soreness among healthy individuals: A randomized clinical trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 28(1), 28–36. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000442>
- Zondi, P. C., Janse van Rensburg, D. C., Grant, C. C., & Jansen van Rensburg, A. (2015). Delayed onset muscle soreness: No pain, no gain? The truth behind this adage. *South African Family Practice*, 57(3), 29–33. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.084937541234&partnerID=40&md5=d7d5f1f8a129b445b71bdf06bd665d65>