



**PENGARUH PEMBERIAN TABLET KOMBINASI VITAMIN
B1, B6, DAN B12 TERHADAP KELELAHAN OTOT**

*EFFECT OF VITAMIN B1, B6, AND B12 COMBINATION TABLET INGESTION
ON MUSCLE FATIGUE*

ARTIKEL KARYA TULIS ILMIAH

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna mencapai derajat sarjana strata-1 kedokteran umum**

**CLARISSA VALENCIA SUDJADI
G2A 006 038**

**PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
TAHUN 2010**

PENGARUH PEMBERIAN TABLET KOMBINASI VITAMIN B1, B6, DAN B12 TERHADAP KELELAHAN OTOT

Clarissa Valencia Sudjadi¹, dr.Hardian²

ABSTRAK

Latar belakang : Vitamin B1, B6, dan B12 merupakan kandungan yang ada pada hampir seluruh suplemen minuman yang dewasa ini sering dikonsumsi sebelum latihan untuk meningkatkan performa dan menghambat terjadinya kelelahan otot. Vitamin B1 bermanfaat dalam membantu mengatasi gejala kelelahan karena vitamin tersebut dapat memperbaiki metabolisme karbohidrat yang digunakan untuk menghasilkan energi dan dapat mengurangi penumpukan asam laktat pada otot yang mengalami kelelahan. Vitamin B6 juga berperan penting dalam mencegah kelelahan otot dengan berperan dalam metabolisme protein, dimana koenzim vitamin B6 diperlukan untuk membantu pelepasan glikogen dari hati dan otot yang dapat berfungsi sebagai sumber energi pada saat melakukan aktivitas, sedangkan vitamin B12 dapat membantu pembentukan sel darah merah, yang akan digunakan untuk menghasilkan oksigen yang akan diberikan ke seluruh otot, sehingga akan menghambat terjadinya hipoksia otot. Kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 dengan dosis 60 – 200 x RDA juga dapat mempengaruhi pembentukan serotonin, dimana serotonin ini terlibat dalam proses relaksasi. Sehingga hasilnya, orang yang mengkonsumsinya dalam jumlah cukup akan merasa fit atau tidak cepat lesu lantaran kurang energi dan penumpukan asam laktat. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan pengaruh konsumsi kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 terhadap kelelahan otot yang akan diberikan dalam bentuk tablet, dan dikonsumsi 8 jam sebelum latihan, dengan parameter anaerob berupa *anaerobic fatigue* (AF) dan aerob berupa VO_2 Max.

Metode : Penelitian eksperimental dengan *post test only controlled group design*. Subyek penelitian adalah 48 orang laki-laki usia 19-21 tahun mahasiswa FK UNDIP yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan, dibagi menjadi 2 kelompok, kelompok kontrol dan perlakuan. Kelompok perlakuan diberikan 100 mg B1, 200 mg B6, dan 200 mcg B12 selama 8 jam sebelum dilakukan tes. Kemudian dilihat perbandingan proporsi kategori kelelahan berdasarkan nilai *anaerobic fatigue* (AF) dan perbandingan rerata nilai VO_2 Max antara kedua kelompok tersebut.

Hasil : Pengukuran dengan tes wingate didapatkan proporsi terjadinya kelelahan berdasar nilai AF pada kelompok perlakuan lebih sedikit dibandingkan kelompok kontrol. Berdasarkan uji Chi Square didapatkan nilai $p = 0,035$, sehingga dikatakan bermakna. Pengukuran dengan tes ergometer sepeda didapatkan perbedaan rerata nilai VO_2 Max dari kelompok kontrol dan perlakuan di mana rerata nilai VO_2 Max kelompok kontrol lebih rendah daripada kelompok perlakuan. Berdasarkan uji T- tidak berpasangan didapatkan nilai $p = 0,016$, sehingga perbedaan tersebut dikatakan bermakna.

Simpulan : Pemberian tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12, 8 jam sebelum latihan berpengaruh terhadap kelelahan otot fase anaerob yang dinyatakan dalam nilai AF dan kelelahan otot fase aerob yang dinyatakan dalam nilai VO₂max .

Kata kunci : Tablet kombinasi vitami B1, B6, dan B12, *Anaerobic fatigue* (AF) , VO₂Max

¹⁾Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

²⁾Staf Pengajar Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

**EFFECT OF VITAMIN B1, B6, AND B12 COMBINATION TABLET
INGESTION ON MUSCLE FATIGUE
ABSTRACT**

Background : *Vitamin B1, B6, and B12 are substances contained in almost all beverage supplements nowadays to be drunk before exercise to improve performance and reduce muscle fatigue. Vitamin B1 is beneficial to overcome fatigue in exercise because it can improve carbohydrate metabolism which produces energy and reduce lactic acid accumulation in fatigue muscle. Vitamin B6 plays an important role in preventing muscle fatigue through protein metabolism. Vitamin B6 coenzyme is needed to release glucose from heart and muscle glycogen to provide energy when exercising. Vitamin B12 helps red blood cell formation which is used to deliver oxygen to muscles so that it helps to prevent muscle hypoxia. The combination of vitamin B1, B6, B12 in high dose (60-200 times the RDA) can also improve serotonin formation, which is involved in relaxation so that it can improve fitness and prevent fatigue due to lack of energy and lactic acid accumulation. The purpose of this study is to know the effect of the combination of vitamin B1, B6, B12 in muscle fatigue, which will be given per oral and consumed 8 hours before exercise with anaerobic parameter (AF) and aerobic parameter (VO_2 max).*

Methods : *This was an experimental study with a post test only controlled group design. The subjects of this study were 48 male students of medical faculty Diponegoro university (19-21 years old range) that fulfilled the exclusion and inclusion criteria. The subjects were divided into 2 groups, control (without treatment) and treatment group. Treatment group was given a vitamin B1, B6 and B12 combination tablet which consists of 100 mg B1, 200 mg B6 and 200 mcg B12, 8 hours before the test. Anaerobic phase of muscle fatigue was measured with Wingate test, aerobic phase was measured with Ergocycle test.*

Results: *Measurement with Wingate test, proportion of fatigue (in %) based on AF value on treatment group was smaller than the control group. Chi square test result in $p=0,035$, so that it can be concluded as significant. Measurement with ergocycle test result in VO_2 max mean difference between treatment and control group, where the mean of control group was smaller than the treatment group. T-independent test result in $p=0,016$, so it can be concluded that the difference was significant.*

Conclusion : *Administration combination tablet of vitamin B1, B6, and B12, 8 hours before exercise affect the anaerobic phase of muscle fatigue which showed in AF and aerobic phase of muscle fatigue which showed in VO_2 max.*

Keywords : *Vitamin B1, B6, and B12 combination tablet ingestion, Anaerobic fatigue (AF), VO_2 max*

PENDAHULUAN

Kelelahan otot adalah suatu kondisi yang dihasilkan dari kontraksi otot yang kuat dan berkepanjangan.¹ Kelelahan otot bisa terjadi pada setiap orang, tidak hanya dapat dialami oleh manusia yang berusia lanjut saja, tetapi juga pada manusia dewasa atau remaja, atau bahkan terjadi pada anak-anak.² Dalam metode pengukuran, kelelahan otot dapat dinyatakan sebagai waktu terjadinya kelelahan otot, penundaan pemulihan otot, ataupun penurunan kekuatan otot.³ Kelelahan otot dalam latihan jangka pendek yang maksimal berhubungan dengan penurunan oksigen dan kenaikan kadar asam laktat dalam darah dan otot.^{3,4} Meningkatnya kadar asam laktat tersebut akan mengganggu keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh, sehingga menyebabkan menurunnya kekuatan dan kecepatan kontraksi atau gerakan otot.⁴

Banyak faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan otot diantaranya: penurunan glikogen otot, berkurangnya aliran darah ke otot, dan lain - lain.⁵ Kontraksi otot secara garis besar terjadi melalui dua mekanisme, yaitu aerob dan anaerob. Mekanisme anaerob pada kontraksi otot berlangsung pada dua menit pertama sedangkan mekanisme aerob berlangsung setelah mekanisme anaerob.^{4,5}

Berdasarkan teori, kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 dapat bermanfaat dalam membantu mengatasi gejala kelelahan dan kegelisahan (stres). Kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 memiliki peran dalam metabolisme karbohidrat dan protein serta berpengaruh pada suplai oksigen ke dalam otot, sehingga selain menghasilkan energi dan mengurangi penumpukan asam laktat pada otot,

kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 dapat mencegah otot agar tidak mengalami hipoksia.⁷ Hasilnya orang yang mengkonsumsi kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 dalam jumlah cukup akan merasa fit atau tidak lesu lantaran kurang energi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk membuktikan manfaat kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 terhadap kelelahan otot.

Tujuan penelitian ini secara umum adalah membuktikan pengaruh pemberian tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 sebelum latihan terhadap kelelahan otot. Tujuan secara khusus adalah mengetahui terjadinya kelelahan otot pada kelompok yang tidak mendapat tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12, mengetahui terjadinya kelelahan otot pada kelompok yang mendapat tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 serta menganalisis perbedaan terjadinya kelelahan otot pada kelompok yang mendapat dan tidak mendapat tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi penelitian terdahulu tentang pengaruh tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 terhadap sistem otot manusia serta dapat menjadi tambahan informasi bagi masyarakat, khususnya dalam bidang keolahragaan.

METODE

Ruang lingkup keilmuan penelitian ini adalah ilmu fisiologi khususnya kedokteran olahraga. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi FK Undip pada periode April 2010. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *parallel group post-test only design*. Variabel penelitian dibagi menjadi 2, yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas dalam penelitian ini tablet kombinasi vitamin B1, B6 dan B12. Variabel tergantung

penelitian adalah kelelahan otot yang dinyatakan sebagai nilai *anaerobic fatigue* (AF) dan $VO_2\text{Max}$.

Besar sampel dihitung menggunakan rumus besar sampel untuk uji hipotesis proporsi untuk dua populasi dengan memperhitungkan *drop out* sebesar 10%, hingga diperoleh jumlah sampel sebesar 24 untuk masing-masing kelompok. Subyek penelitian yang dipergunakan pada penelitian ini adalah laki-laki kelompok usia 19-21 tahun mahasiswa FK UNDIP yang memenuhi kriteria penelitian yang dibagi menjadi kriteria eksklusi dan kriteria inklusi. Kriteria inklusi penelitian antara lain usia 19 – 21 tahun, laki-laki, Indeks Massa Tubuh 17-24 . Kriteria eksklusi penelitian antara lain menolak menjadi subyek penelitian dan memiliki riwayat penyakit kardiorespirasi.

Subyek penelitian yang memenuhi kriteria penelitian dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan, dengan cara *simple random sampling*. Kelompok kontrol tidak mengkonsumsi apapun sebelum melakukan tes wingate dan ergometer sepeda sedangkan kelompok perlakuan mengkonsumsi tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 selama 8 jam sebelum melakukan tes wingate dan ergometer sepeda.

Anerobic fatigue (AF) diukur dengan menggunakan tes Wingate dengan membandingkan antara nilai *Peak Power Output* (PP) tertinggi dan terendah yang dinyatakan dalam persen. Bila persentase AF $\geq 50\%$ maka termasuk kategori lelah sedangkan bila AF $< 50\%$ termasuk kategori tidak lelah. Pengukuran ini menggunakan skala nominal. Nilai $VO_2\text{Max}$ diukur menggunakan tes ergometer sepeda dan dihitung menggunakan nomogram Astrand.

Bahan dan alat yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain ergometer sepeda Monark , stopwatch Heuer, kounter mekanik, metronom, stetoskop Riester , mistar EKG Bayer, *single channel* elektrokardiografi Fukuda M-E Cardi Sunny 501 B- III, dan kopi bubuk.

Subyek pada kelompok yang berbeda mengkonsumsi tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12, 8 jam sebelum penelitian dimulai, karena kadar puncak vitamin B1, B6 dan B12 dalam darah dicapai dalam 6 – 8 jam. Beban tahanan diukur berdasarkan berat badan subjek menggunakan rumus = $0,075$ per kg BB (*khusus sepeda ergometer Monark*)¹². Sebelum tes dimulai pemeriksa melakukan fisik diagnostik, mengukur berat badan , dan melakukan pemeriksaan EKG istirahat pada sampel. Nadi subjek saat istirahat dicatat. Subjek diminta untuk mengayuh sepeda ergometer tanpa beban tahanan dengan sekuat-kuatnya setelah melakukan pemanasan selama 3-5 menit. Beban tahanan mulai diterapkan pada roda sepeda setelah 3 detik. Sebuah kounter elektrik atau mekanik digunakan untuk menghitung revolusi (perputaran) roda dalam interval 5 detik. Setelah melakukan tes Wingate sesuai protokol, dilakukan penghitungan terhadap data yang diperoleh menggunakan rumus baku yang telah ditetapkan untuk memperoleh nilai *anaerobic fatigue(AF)*.

Pada tes ergometer sepeda, subjek diminta mengayuh pedal dengan irama 50x/menit tanpa beban selama 1-2 menit untuk pemanasan atau dengan melihat jarum speedometer. Setelah pemanasan , beban mulai secara perlahan dinaikkan . Selama kerja, EKG direkam setiap menit dan tekanan darah diukur pada permulaan dan akhir pembebanan. Tes dilakukan selama 6 menit untuk setiap

pembebanan dan tiap menit nadi harus tercatat, caranya dengan mengambil denyut nadi pada 10 detik terakhir menit tersebut . Beban kerja diatur dan ditingkatkan setiap 6 menit , dan diharapkan pada pembebanan ke III tercapai denyut nadi 170x/menit. Pada subjek dimulai dari 100 watt (600 KPM/menit) kemudian berturut-turut 150 watt (900 KPM/menit), 200 watt (1200 KPM/menit), 250 watt (1500 KIPM/menit). Pemeriksaan masa pemulihan (*recovery*) diperlukan tes maksimal dengan denyut jantung 180x/menit. Pada saat ini sampel diperiksa tekanan darahnya. Setelah beban ditiadakan sampel berangsur-angsur menghentikan sepeda dan diperiksa EKG dan tekanan darah masa pemulihan setiap menit sampai 6 menit dalam keadaan duduk di atas ergometer sepeda. Denyut jantung dan tekanan darah subjek saat pemulihan dihitung pada menit 1,3,dan 5.

Data yang diperoleh setelah diedit, dikoding dan dientry dalam file komputer dengan menggunakan program *SPSS for Windows 18.0*. Setelah dilakukan cleaning, akan dilakukan analisis statistik. Data yang berskala kategori seperti kategori kelelahan akan dinyatakan dalam distribusi frekuensi. Data yang berskala kontinyu dinyatakan dalam rerata simpangan baku atau dilihat dari simpangan tidak normal distribusinya.

Perbedaan proporsi kategori kelelahan antara kelompok perlakuan dan kontrol diuji hipotesis dengan fungsi X^2 (Chi square). Data nilai $VO_2\text{max}$ yang diperoleh diuji hipotesis menggunakan uji T-tidak berpasangan bila distribusi data normal , dan menggunakan uji *Mann-Whitney* bila distribusi data tidak normal.

Perbedaan dianggap bermakna apabila $p < 0,05$. Analisis data menggunakan program SPSS 18.0.

Sebelum penelitian dilaksanakan, dimintakan izin dari Komite Etika Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. *Informed consent* didapat dengan meminta persetujuan subjek penelitian. Subjek penelitian berhak menolak untuk diikutsertakan, boleh berhenti sewaktu-waktu, dan pada akhir penelitian mendapatkan imbalan sesuai kemampuan peneliti.

HASIL

Subjek pada penelitian ini didapatkan mempunyai karakteristik sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian

KARAKTERISTIK	Kelompok Kontrol Rerata \pm SB	Kelompok Perlakuan Rerata \pm SB	p
Umur (tahun)	21,7 \pm 0,64	21,46 \pm 0,78	0,325 [∞]
BB (kg)	65,2 \pm 5,62	66,42 \pm 3,96	0,560 [∞]
TB (cm)	167,8 \pm 5,33	168,96 \pm 4,48	0,316 [∞]
BMI (kg/m ²)	23,18 \pm 2,06	23,39 \pm 1,26	0,662*

BB = Berat Badan

* = Uji T-tidak berpasangan

[∞] = Uji Mann-Whitney

SB = Simpang baku

Dari tabel di atas terlihat bahwa subyek penelitian memiliki usia yang hampir sama, di mana kelompok perlakuan memiliki rata-rata usia sedikit lebih muda dari kelompok kontrol. Pada hasil pengukuran berat badan, tinggi badan, dan BMI terdapat perbedaan tidak bermakna di antara kedua kelompok.

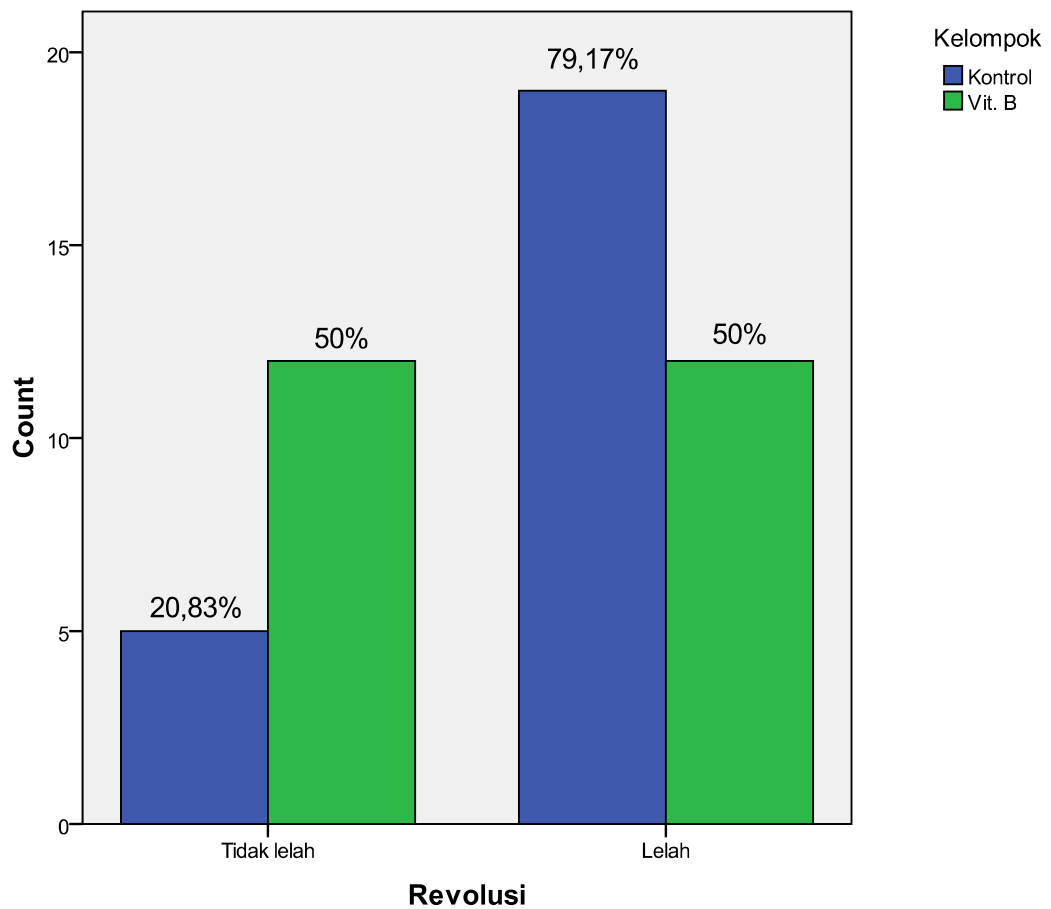
Pada Wingate test jumlah revolusi dihitung selama enam kali. *Anaerobic Fatigue* (AF) diperoleh dari selisih antara *Peak Power* (PP) tertinggi dan *Peak*

Power (PP) terendah yang dinyatakan dalam persen. Dikatakan masuk kategori lelah bila $AF \geq 50\%$ dan dikatakan tidak lelah bila $AF < 50\%$. Pengukuran ini memberikan hasil seperti yang dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tes Wingate

Kategori AF	Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan
Lelah	79,17%	50%
Tidak lelah	20,83%	50%
Jumlah	100%	100%

Kemudian dilakukan uji hipotesis komparatif kategorik Chi Square untuk mengetahui hubungan antara pemberian tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 sebelum latihan terhadap status kelelahan otot hingga diperoleh nilai signifikansi (p) 0,035. Dengan nilai p yang didapat dapat dinyatakan bahwa ada hubungan pemberian tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 sebelum latihan terhadap status kelelahan otot pada fase anaerob.



Gambar 1. Perbedaan presentase lelah dan tidak lelah antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

Pada tes ergometer sepeda dihitung $VO_2\max$ yang dilihat dari pengukuran denyut jantung dan beban dengan menggunakan Nomogram Astrand. Selama tes berlangsung nadi dan tekanan darah dihitung setiap menit. Tes dikatakan berhenti bila dicapai nadi maksimal yaitu 187. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai $VO_2\max$

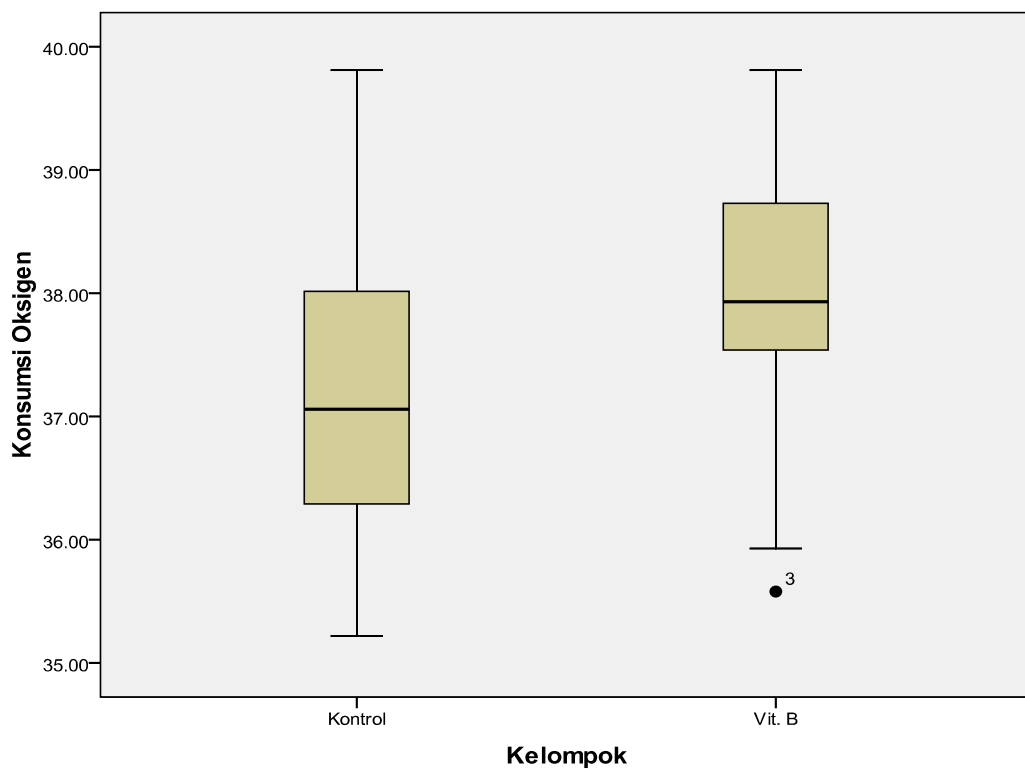
PENGUKURAN	Kelompok Kontrol Rerata \pm SB	Kelompok Perlakuan Rerata \pm SB	P
$VO_2\max$	37,21 \pm 1,07	38,03 \pm 1,14	0,016*

*= Uji T-tidak berpasangan

SB = simpang baku

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai $p < 0,05$, sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan rerata nilai $VO_2\text{Max}$ yang bermakna dari kelompok kontrol dan perlakuan di mana rerata nilai $VO_2\text{Max}$ kelompok kontrol lebih rendah daripada kelompok perlakuan.

Adapun perbedaan nilai $VO_2\text{max}$ tersebut dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 2. Perbedaan nilai $VO_2\text{max}$ pada kelompok kontrol dan perlakuan

PEMBAHASAN

Pada penelitian yang penulis lakukan, didapatkan 2 hasil antara lain pada fase anaerob, adanya pengaruh pemberian tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 terhadap terjadinya kelelahan otot, sedangkan pada fase aerob terdapat perbedaan $VO_2\text{max}$ yang bermakna dari kelompok kontrol dan perlakuan dimana

rerata nilai VO_2 max kelompok kontrol lebih rendah daripada kelompok perlakuan. Hal ini sesuai dengan yang diharapkan pada penelitian ini. Berdasarkan teori, vitamin B1 membantu dalam proses metabolisme anaerob dan aerob, dimana vitamin B1 berperan dalam metabolisme karbohidrat untuk menghasilkan energi dan mengurangi penumpukan asam laktat pada otot yang mengalami kelelahan.⁷ Pembentukan energi didapat dari pemecahan karbohidrat menjadi adenosine trifosfat (ATP).^{7,20,22} Dalam senyawa ini terikat dua gugus fosfat tambahan yang diikat oleh ikatan kaya energi. Dalam proses metabolisme selanjutnya gugus fosfat itu dilepas serta dihasilkan adenosine difosfat (ADP) dan energi. Energi inilah yang digunakan tubuh untuk melakukan aktivitas. Fungsi vitamin B1 berperan dalam mengikat gugus fosfat dari ATP sehingga terbentuk koenzim thiamin pirofosfat (TPP).^{7,20,22} Koenzim ini diperlukan dalam proses pemecahan glukosa menjadi asam piruvat dan selanjutnya menjadi asetilkoenzim A. TPP juga berperan dalam mencegah penimbunan asam laktat dalam sel tubuh yang menyebabkan kelelahan.^{7,20,22}

Vitamin B6 atau pyridoxin diketahui juga berperan penting di dalam mencegah kelelahan otot dengan berperan dalam metabolisme protein,⁸ dimana koenzim vitamin B6 yang berupa PLP diperlukan untuk perubahan triptofan menjadi niasin, yang mana niasin digunakan sebagai koenzim untuk fosforilase dan membantu pelepasan glikogen dari hati dan otot yang dapat berfungsi sebagai sumber energi pada saat melakukan aktivitas.^{8,20,22} Vitamin B12 berperan dalam pembentukan sel darah merah. Sel darah merah ini yang akan digunakan untuk menghasilkan oksigen yang akan diberikan ke seluruh otot, sehingga akan

menghambat terjadinya hipoksia otot dan membantu dalam proses metabolisme aerob.^{9,20,22} Dengan demikian hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang telah ada.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian - penelitian sebelumnya, oleh Suzuki M, dkk yang menyatakan bahwa pemberian vitamin B1 berpengaruh pada penurunan dari glukosa darah dan penurunan keluhan subjektif setelah latihan.⁷ Penelitian oleh Rokitzki L, dkk menyatakan bahwa pemberian vitamin B6 tidak meningkatkan kapasitas aerobik bila diberikan secara tunggal,⁸ dan penelitian oleh Montoye HJ dkk, menyatakan bahwa vitamin B12 kurang mempunyai efek yang kuat pada kekuatan genggaman, pemulihan nadi dan VO_2 dalam tes ergometer bila diberikan secara tunggal⁹, walaupun menurut beberapa penelitian terdahulu pemberian vitamin B6 secara tunggal, kurang meningkatkan aktivitas aerobik dan pemberian vitamin B12 secara tunggal, kurang berefek pada peningkatan VO_2 max, pada penelitian ini terbukti dengan pemberian secara kombinasi dapat berpengaruh terhadap ketahanan otot dan peningkatan VO_2 max, selain itu dari penelitian lain yang dilakukan oleh Melvin H William, dkk menyatakan bahwa kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 dengan dosis 60 – 200 x RDA dapat mempengaruhi pembentukan serotonin, suatu neurotransmitter penting yang terlibat dalam proses relaksasi dan dapat meningkatkan fungsi kontrol motorik halus.¹⁰

Untuk penelitian selanjutnya, penulis mengusulkan untuk menggunakan dua tes untuk mengukur kelelahan otot pada fase anaerob yaitu tes Wingate dan tes vertical jump sehingga dapat diperoleh perbandingan dari dua tes tersebut,

sedangkan untuk pengukuran $VO_2\text{max}$ perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperhatikan faktor aktivitas fisik. Dengan demikian, penulis menyatakan kesanggupan untuk melakukan penelitian selanjutnya yang direkomendasikan. Dengan demikian, penulis menyatakan kesanggupan untuk melakukan penelitian selanjutnya yang direkomendasikan

SIMPULAN DAN SARAN

Proporsi subjek penelitian yang mengalami kelelahan pada kelompok yang mengkonsumsi tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12, secara signifikan lebih sedikit dibanding kelompok kontrol sehingga ada pengaruh antara pemberian tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 sebelum latihan terhadap kelelahan otot pada fase anaerob.

Terdapat perbedaan rerata $VO_2\text{ max}$ yang signifikan antara kelompok yang mengkonsumsi tablet kombinasi vitamin B1, B6, dan B12 dimana kelompok perlakuan memiliki rerata nilai $VO_2\text{ max}$ lebih besar dari pada kelompok kontrol.

Perlu dilakukan tes untuk mengukur kelelahan otot pada fase anaerob yaitu dengan membandingkan antara hasil tes yang didapat dengan *wingate test* dan *vertical jump test* sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih akurat dengan memperbandingkan dari dua tes tersebut, sedangkan pada pengukuran $VO_2\text{max}$ perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperhatikan faktor aktivitas fisik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada dr Hari Peni Julianti M.Kes selaku ketua penguji Karya Tulis Ilmiah, dr Setia Rahardja Komala selaku penguji Karya Tulis Ilmiah,

dr. Hardian selaku dosen pembimbing. Karya Tulis Ilmiah seluruh Staf Laboratorium Fisiologi FK UNDIP serta keluarga, teman – teman satu kelompok, serta pihak – pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cantor F.** Excessive skeletal muscle recruitment during strenuous exercise. **European journal of applied physiology and occupational physiology.** 2008 May;2(5):399-405
1. Guyton AC, Hall JE. Fisiologi kedokteran. Ed 9. Jakarta: EGC. 1997; 91 – 102, 1339 – 53
 2. Kent-Braun JA. Central and peripheral contributions to muscle fatigue in humans during sustained maximal effort. *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1999 Jun;80(1):57-63.
 3. Djauhari W, editor. Buku ajar fisiologi kedokteran. Ed 20. Jakarta: EGC. 2002.
 4. H.J. Green. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *Journal of sports Sciences.* 1997 Jun;15(3):247-256.
 5. Evaria. Mims edisi bahasa indonesia. Jakarta: CMP Media. 2008;h390-91
 6. Suzuki M, Itokawa Y. Effects of thiamine supplementation on exercise-induced fatigue. *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1996 Mar;11 (1):95-106
 7. Rokitzki L, Sagredos,F. Reuss,D. Cufi and J.Keul.Assessment of vitamin B6 status of strength and speedpower athletes.*Journal of the American College of Nutrition*,vol 13. 1994 Feb;13(1):87-94
 8. Henry J.Monyote, Donald kuick, Paul Robbins and William Rosenberger. *Effect of vitamin B12 on work capacity.* *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1955;16(1):20-4
 9. William MH. Dietary Supplements and Sports Performance: Introduction and Vitamins. *Journal of the international society of sports nutrition.* 2004 Dec ;1:1-6.

10. Brown SJ, Child RB, Donnelly AE, Saxton JM. Anatomy of human skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1996;72, 515-521.
11. Bergman RA, Afifi AK, Heidger PM. Functional neuroanatomy. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 206 April. Doi: 10.1186/1742-9994-3-6
12. Janquiera LC. *Histologi dasar terjemahan Adji Darma*, Jakarta: EGC. 1998.
13. Genesser F. *Buku teks histologi, jilid 2. Terjemahan Arifin Gunawijaya*. Jakarta : Binarupa Aksara. 1994.
14. Lim DT. Factors governing the Na(+) vs K(+) Selectivity in sodium ion channels. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 2010;9(2):85-90
15. Murray RK, Granner DK, Rodwell VW. *Harper's Illustrated Biochemistry* 27th Ed. United States of America: McGraw-Hill companies. 2006.
16. Amstrong BF. *Buku ajar biokimia. Ed 9*. Jakarta: EGC. 2003.
17. Sunita A. *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2002
18. Lepic JA, Aughey RJ, Medved I, Carey MF, McKenna MJ. Prolonged exercise to fatigue in humans impairs skeletal muscle Na⁺-K⁺-ATPase activity, sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ release, and Ca²⁺ uptake. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 2004;97(4):1414-23
19. Williams MH. Dietary Supplements and Sports Performance: Introduction and Vitamins. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2004 Dec 31;1:1-6

20. Kreider IB, Willborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada A and all. ISSN exercise & sports nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2004; 1(1): 1-44
21. Williams MH. Dietary supplements and sports performance: introduction and vitamins. *Journal internasional Social Sports Nutrition*. 2004;1:1-6
22. Tasveska N, Runswick SA, Mc Taggart A, Bingham SA. Twenty-four-hour urinary thiamine as a biomarker for the assessment of thiamine intake. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 2007;62(9):1139-47
23. Jong Baw PG, Hoek HW. Thiamine deficiency caused by malnutrition. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 2008;50(9):611-5
24. Corcoran TB, Onneil MP, Web SA, Ho KM. Inflammation, vitamin deficiencies and organ failure in critically ill patients. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 2009 Sep;37(5):740-7
25. Lanskich PG. Secretion and absorption (methods and functions). *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 2009;23(3):325-35
26. Xafier J, Costa F, Saad S. High frequency of vitamin B12 deficiency in a Brazilian population. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 2010 Jan 15:1-7
27. Rahardjani B. Pemeriksaan faal olahragawan renang dengan mempergunakan ergometer sepeda. Semarang: Badan penerbit Universitas Diponegoro. 1992:1,13
28. Beneke Rr, Pollman C, Bleif I, leithauser RM and Hutler M. How anaerobic is the wingate Anaerobic Test for humans. *European Journal Application Physiology*. 2005 Sep;8(3):333-45
29. Ucok K, Gokbel H, Okudan N. The load for Wingate test according to the body weight or lean body mass. *Eur J Gen Med* 2004; 2(1); 10-13.

