

**PENGARUH DIET TINGGI PROTEIN TERHADAP
INDEKS MASSA TUBUH, PERSEN LEMAK TUBUH,
KEKUATAN OTOT DAN KECEPATAN PADA ATLET**

Studi pada Siswa Kelas Atlet SMA Terang Bangsa Semarang

***THE EFFECT HIGH PROTEIN DIET ON BODY MASS INDEX,
PERCENT BODY FAT, MUSCLE STRENGTH AND SPEED OF
ATHLETES***

A Study on Student Athletes at Terang Bangsa High School Semarang



**Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S2**

Magister Ilmu Gizi

**Anies Setiowati
E4E 008 002**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

**Juli
2013**

PENGESAHAN TESIS

PENGARUH DIET TINGGI PROTEIN TERHADAP INDEKS MASSA TUBUH, PERSEN LEMAK TUBUH, KEKUATAN OTOT DAN KECEPATAN PADA ATLET Studi pada Siswa Kelas Atlet SMA Terang Bangsa Semarang

disusun oleh:

**Anies Setiowati
E4E 008 002**

Telah diseminarkan pada tanggal 24 Juli 2013 dan
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 31 Juli 2012,
dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Semarang, Agustus 2013

DEWAN PENGUJI

Pembimbing Utama

dr. Martha I. Kartasurya, MSc, PhD
NIP. 196407261991032003

Penguji Ketua

Prof. Dr. dr. Hardhono Susanto, PAK
NIP. 195505111981031004

Pembimbing Pendamping

dr. Siti Fatimah Pradigdo, M.Kes
NIP.196106221992032001

Penguji Anggota

Dr. Suroto, M.Pd
NIP. 196604221999031001

Mengetahui
Program Studi Magister Ilmu Gizi
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Ketua Program

Dra. Ani Margawati, M.Kes, PhD
NIP. 196505251993032001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Bila ternyata tidak benar, maka saya tunduk pada peraturan Akademik yang berlaku. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka

Semarang, Juli 2013

Anies Setiowati

ABSTRAK

PENGARUH DIET TINGGI PROTEIN TERHADAP INDEKS MASSA TUBUH, PERSEN LEMAK TUBUH, KEKUATAN OTOT DAN KECEPATAN PADA ATLET

(Studi pada Siswa Kelas Atlet SMA Terang Bangsa Semarang)

ANIES SETIOWATI

Latar belakang : Indeks Massa Tubuh (IMT), persen lemak tubuh, kekuatan otot dan kecepatan berpengaruh terhadap prestasi atlet. Diet tinggi protein adalah salah satu pendekatan yang dilakukan untuk meningkatkan IMT, menurunkan persen lemak tubuh, meningkatkan kekuatan otot dan kecepatan pada atlet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diet tinggi protein terhadap IMT, persen lemak tubuh, kekuatan otot dan kecepatan pada atlet.

Metode : Desain penelitian adalah penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan *pre-post test control group design*. Populasi adalah siswa kelas atlet SMA Terang Bangsa Semarang berumur 15-18 tahun. Subjek sejumlah 22 dipilih secara purposif dan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok diet tinggi protein (n=11) dan kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan (n=11). Diet tinggi protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari diberikan selama 4 minggu. Penimbangan berat badan dilakukan dengan timbangan digital merk Kris, tinggi badan dengan *microtoise*, persen lemak tubuh diukur dengan *Bioelectrical Impedance Analyzer (BIA)* merk Corona. Kekuatan otot diukur dengan metode 1-RM *squat* dan kecepatan dengan tes lari 50 yard (45,73 meter). Data dianalisis menggunakan uji *Independent t test*, *Paired t test*, *Mann Whitney*, *Wilcoxon* dan *General Linear Model (GLM)*.

Hasil : Uji statistik dengan *Paired t test/Wilcoxon* menunjukkan bahwa pada kelompok diet tinggi protein terdapat perbedaan persen lemak tubuh (p=0,003) dan kekuatan otot (p=0,003) sedangkan pada kelompok kontrol hanya terdapat perbedaan kekuatan otot (p=0,006) antara sebelum dan sesudah perlakuan. Dengan uji *Independent t test/Mann Whitney* diperoleh hasil terdapat perbedaan penurunan persen lemak tubuh (p=0,04) setelah perlakuan antar kelompok. Tidak ada perbedaan perubahan IMT dan kecepatan setelah perlakuan pada kedua kelompok. Analisis multivariat menunjukkan bahwa ada perbedaan kekuatan otot (p=0,01) setelah perlakuan antara kedua kelompok setelah dikontrol tingkat konsumsi energi dan kekuatan awal.

Simpulan : Diet tinggi protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari selama 4 minggu dapat meningkatkan kekuatan otot, cenderung menurunkan persen lemak tubuh, tetapi belum dapat meningkatkan IMT dan kecepatan pada atlet sepak bola remaja.

Kata kunci : diet tinggi protein, indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, kekuatan otot, kecepatan, atlet

ABSTRACT

THE EFFECT OF HIGH PROTEIN DIET ON BODY MASS INDEX, PERCENT BODY FAT, MUSCLE STRENGTH AND SPEED OF ATHLETES

(A Study on Student Athletes at Terang Bangsa High School Semarang)

ANIES SETIOWATI

Background : Body mass index (BMI), percent body fat (%BF), muscle strength and speed affect the performance of athletes. High protein diets is one of the approaches taken to increase the BMI, lower %BF, increase muscle strength and speed in athletes. The aim of this study was to determine the effects of high-protein diets on BMI, %BF, muscle strength and speed of the athletes.

Method : The study design was quasi experiment with pre-post test control group. Population of this study were student athletes aged 15-18 years in SMA Terang Bangsa Semarang. Twenty two subject were chosen by purposive sampling divided into 2 groups: high-protein diets group (n = 11) and a control group (n = 11). High protein diets from 1.4-1.7 g/kgBB/day for 4 weeks. Weight measurement with digital weight scales, height with microtoise, %BF was measured by bioelectrical impedance analyzer (BIA) on muscle strength was measured with 1-RM squat and speed with sprint test 50 yards (45.73 meters). Data were analyzed by Independent t tests, Paired t tests, Mann Whitney, Wilcoxon and General Linear Model (GLM).

Results: Statistical tests with Paired t test/Wilcoxon showed that the high protein diets group there were a differences in percent body fat (p = 0.003) and muscle strength (p = 0.003), while in the control group, there was only difference in muscle strength (p = 0.006) between before and after treatment. Independent t-test /Mann Whitney obtained results there were differences decrease in percent body fat (p = 0.04) after treatment between groups. No differences were seen in BMI and speed after treatment in both groups. Multivariate analysis showed that there was difference in muscular strength (p = 0.01) after treatment between the two groups after controlled levels of energy consumption and initial conditions

Conclusion: High protein diet 1.4-1.7 g/kgBB/day for 4 weeks can improve muscle strength, there was a tendency of decrease of percent body fat, but has not been able to increase BMI and speed of the football athlete.

Keywords : high protein diet, body mass index, percent body fat, muscle strength, speed, athletes

RINGKASAN

PENGARUH DIET TINGGI PROTEIN TERHADAP INDEKS MASSA TUBUH, PERSEN LEMAK TUBUH, KEKUATAN OTOT DAN KECEPATAN PADA ATLET (Studi pada Siswa Kelas Atlet SMA Terang Bangsa Semarang)

Anies Setiowati

Olahraga yang bersifat *intermitten* seperti sepak bola memerlukan ketrampilan yang berhubungan dengan kesegaran jasmani, yaitu kekuatan dan kecepatan. Kekuatan otot dan kecepatan diperlukan oleh atlet sepak bola untuk berlari cepat, menendang bola, melempar bola, mempertahankan keseimbangan tubuh dan mencegah terjatuh saat benturan dengan pemain lawan (Pusat Pengembangan Kualitas Jasmani, 2000). Seorang atlet memerlukan komposisi tubuh yang optimal sesuai dengan cabang olahraga untuk menunjang ketrampilan dan prestasi atlet. Berat badan dapat mempengaruhi kecepatan, daya tahan, dan *power* seorang atlet, sementara komposisi tubuh (persen lemak tubuh) dapat menghasilkan kekuatan, kelincahan dan penampilan seorang atlet (Weatherwax, 2008). Pemain sepak bola harus mempunyai bentuk tubuh yang ideal yaitu sehat, kuat, tinggi dan tangkas serta mempunyai Indeks Massa Tubuh (IMT) normal (Depkes RI, 2003).

Kebutuhan atlet terjadi peningkatan, hal ini disebabkan oleh karena atlet lebih beresiko untuk mengalami kerusakan jaringan otot terutama saat menjalani latihan/pertandingan olahraga yang berat. Peningkatan kebutuhan protein tersebut untuk peningkatan sintesis protein yang diperlukan untuk membantu proses perbaikan dan *remodeling* serat otot rangka yang rusak sebagai akibat latihan

berat (Hoffman, 2006). Seseorang yang aktif berolahraga terutama atlet membutuhkan tingkat asupan protein melebihi 0,8 g/kgBB/hari, terlepas dari jenis latihan yang dilakukan (Campbell *et al*, 2007). Terdapat beberapa anjuran konsumsi protein berdasarkan cabang olahraga ataupun jenis latihannya, untuk cabang olahraga dengan aktifitas olahraga *intermittent* seperti sepak bola dan bola basket konsumsi protein yang direkomendasikan adalah 1,4-1,7 g/kgBB/hari (Lemon, 1994). Untuk atlet yang masih dalam masa pertumbuhan kebutuhan protein meningkat tetapi tidak lebih dari 2 g/kgBB/hari (Schmalz, 1993).

Diet tinggi protein merupakan konsumsi protein dalam jumlah melebihi angka kecukupan protein yang direkomendasikan untuk individu yang terlibat dalam program kebugaran umum yaitu melebihi 0,8-1 g/kgBB/hari (Kreider *et al*, 2010). Diet tinggi protein mempunyai implikasi penting terhadap ukuran dan kekuatan otot, selain itu juga menguntungkan untuk perbaikan komposisi tubuh melalui peningkatan jaringan tak berlemak (Rozenek, 2002). Asupan protein mempengaruhi massa otot melalui perubahan sintesis protein, dengan diet tinggi protein menyebabkan peningkatan keseimbangan protein ke arah positif yang kemudian menyebabkan peningkatan sintesis protein. Peningkatan sintesis protein secara perlahan akan menyebabkan hipertropi otot yang pada akhirnya akan berpengaruh pada kekuatan otot (Rasmussen, 2000; Philip *et al*, 2005). Bompa (1990) menyatakan perubahan salah satu komponen biomotor akan berpengaruh pada komponen biomotor yang lain. Komponen biomotor meliputi kekuatan, kecepatan dan daya tahan. Peningkatan ukuran otot menyebabkan kontraksi otot lebih kuat (meningkatkan kekuatan), pengulangan kontraksi lebih cepat

(meningkatkan kecepatan), periode latihan tahan lama (meningkatkan ketahanan otot).

Beberapa penelitian tentang diet tinggi protein berkaitan dengan berat badan, persen lemak tubuh (massa lemak), kekuatan otot dan kecepatan telah dilakukan, antara lain penelitian yang dilakukan Hoffman (2006) pada 23 atlet sepak bola dan atletik laki-laki usia 19-21 tahun diberikan intervensi diet protein 1,6-1,8 g/kgBB/hari. Setelah intervensi 12 minggu diperoleh hasil terjadi peningkatan berat badan sebesar 1,32 kg, penurunan persen lemak tubuh sebesar 0,09% dan peningkatan kekuatan otot (1-RM *squat*) sebesar 17,8 kg. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan Woodall (2010) pada atlet sepak bola umur 18 tahun diberikan suplementasi protein 40 g/hari selama 8 minggu diperoleh hasil terjadi penurunan signifikan massa lemak 0,64 kg, peningkatan signifikan kekuatan otot (1-RM *squat*) sebesar 31,6 kg dan peningkatan kecepatan lari 40 yard sebesar -0,05 detik.

Penelitian ini akan dilakukan dengan mengambil subjek siswa SMA Terang Bangsa Semarang yang mengikuti program kelas atlet sepak bola dengan jumlah siswa 22 orang. Sebagian siswa kelas atlet SMA Terang Bangsa Semarang tinggal di asrama yaitu sebanyak 11 orang dan sisanya 11 orang tinggal bersama orang tua. Penelitian pendahuluan pada tahun 2012 terhadap siswa kelas atlet sepak bola SMA Terang Bangsa tentang asupan gizi dan latihan olahraga diperoleh hasil rata-rata intensitas latihan 78 % denyut nadi maksimal dengan durasi 90 menit yang dilakukan 6 kali/ minggu, dengan rata-rata berat badan siswa 60,8 kg, rata-rata tinggi badan 167,6 cm, rata-rata Indeks Massa Tubuh sebesar

21,5. Hasil *recall* 24 jam diperoleh hasil rata-rata asupan protein sebesar 55,7 gram (0,9 g/kgBB/hari), sesuai dengan rekomendasi kecukupan protein untuk individu yang aktif berolahraga 0,8-1 g/kgBB/hari. Namun apabila dibandingkan dengan angka kecukupan protein yang direkomendasikan untuk atlet olahraga *intermittent* 1,4-1,7 g/kgBB/hari, maka jumlah asupan protein siswa masih kurang (asupan protein untuk siswa dianjurkan 85-103,3 g/hari). Berdasarkan data asupan makanan siswa kelas atlet sepak bola SMA Terang Bangsa diperoleh hasil tidak terdapat perbedaan tingkat konsumsi energi ($p=0,941$) dan tingkat konsumsi protein ($p=0,724$) pada siswa di asrama dan tidak di asrama.

Penelitian ini bertujuan ingin mengetahui pengaruh diet tinggi protein selama 4 minggu terhadap Indeks Massa Tubuh (IMT), persen lemak tubuh, kekuatan otot dan kecepatan dengan batasan diet tinggi protein pada penelitian ini adalah asupan protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari.

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*) yang menggunakan rancangan *pre-post test control group design*. Subjek penelitian dibagi menjadi 2 kelompok dengan cara non random yaitu berdasarkan kesediaan subjek penelitian menjadi kelompok perlakuan ataupun kelompok kontrol. Subjek yang bersedia mengikuti diet tinggi protein dan tinggal di asrama siswa termasuk dalam kelompok perlakuan sedangkan subjek yang tidak tinggal di asrama atau tidak bersedia mengikuti diet tinggi protein termasuk dalam kelompok kontrol. Perlakuan pada penelitian ini adalah dengan memberikan diet tinggi protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari yaitu dengan memberi tambahan susu protein pada setiap subjek. Pada kedua kelompok Indeks Massa

Tubuh, persen lemak tubuh, kekuatan otot dan kecepatan diukur sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) perlakuan diet tinggi protein.

Penelitian dilaksanakan di SMA Terang Bangsa pada bulan Mei-Juni 2013. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas atlet sepak bola SMA Terang Bangsa Semarang yaitu sejumlah 22 orang. Besar sampel minimal untuk mendeteksi perbedaan kekuatan otot sebesar 23,5 kg adalah 6 subjek untuk tiap kelompok. Subjek penelitian dipilih secara purposive dengan kriteria inklusi

- 1) Tercatat sebagai siswa kelas atlet sepak bola SMA Terang Bangsa Semarang
- 2) Laki-laki berumur 15-18 tahun
- 3) Dalam keadaan sehat, tidak menderita sakit fisik dalam 1 bulan terakhir sampai penelitian berlangsung
- 4) Tidak mempunyai kelainan fungsi ginjal, hasil pemeriksaan darah ureum dan kreatinin dalam batas normal
- 5) Bersedia menjadi subjek dalam penelitian.

Kriteria eksklusi adalah subjek penelitian sakit atau cedera pada saat mengikuti penelitian, mengalami cedera muskuloskeletal (otot, sendi dan tulang), mempunyai riwayat alergi susu, menjalani program penurunan berat badan, mengkonsumsi suplemen olahraga dan mengalami reaksi alergi susu pada saat mengikuti penelitian.

Pada skrining awal didapatkan 22 subjek penelitian sesuai dengan kriteria inklusi. Subjek penelitian dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Kelompok perlakuan mendapatkan diet tinggi protein sedangkan kelompok kontrol tidak. Pemilihan kelompok diet tinggi protein didasarkan pada kesediaan subjek untuk mengikuti program diet tinggi protein dan tinggal di asrama sekolah, didapatkan 11 subjek sebagai kelompok diet tinggi protein dan 11 subjek sebagai kelompok kontrol. Pertimbangan kelompok

perlakuan dari subjek yang tinggal di asrama adalah untuk kemudahan pemantauan, baik asupan makan atau kepatuhan dalam penelitian. Pada akhir penelitian tidak ada subjek yang *drop out*.

Perlakuan dalam penelitian ini adalah diet tinggi protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari. Rata-rata kebutuhan protein subjek berdasarkan rekomendasi diet tinggi protein sebesar 85-103,3 gram dan dari hasil *recall* konsumsi pada penelitian pendahuluan diperoleh hasil rata-rata asupan protein 60,9 g/hari maka dibutuhkan tambahan asupan protein sebesar rata-rata 24,1-42,4 gram. Untuk memenuhi kebutuhan protein tersebut maka diberikan susu protein 30-50 gram. Susu protein yang digunakan *Prostar 100% Whey Ultimate Nutrition* dalam 1 *Scoop* (30 gram) susu mengandung 120 kalori, 2 gram karbohidrat, 1 gram lemak dan 25 gram protein. Penambahan susu protein diberikan 1 kali setelah latihan olahraga sore.

Pengaruh variabel perlakuan dilihat pada Indeks Massa Tubuh (IMT), persen lemak tubuh, kekuatan otot dan kecepatan. IMT diperoleh dari pembagian berat badan (kg) dengan tinggi badan kuadrat (meter). Persen lemak tubuh diukur dengan menggunakan BIA (*Bioelectrical Impedance Analyzer*) merk *Corona*. Kekuatan otot diukur dengan 1-RM *squat* (satu repetisi maksimal *squat*) dalam kilogram dan kecepatan diukur dengan lari 50 *yard* (45,73 meter). Variabel pengganggu dalam penelitian ini adalah tingkat konsumsi energi, tingkat konsumsi protein, persentase lemak dalam asupan sehari dan persentase karbohidrat dalam asupan sehari.

Analisis univariat dilakukan dengan mendeskripsikan data umur, berat badan, IMT, persen lemak tubuh, kekuatan otot, kecepatan, tingkat konsumsi energi, tingkat konsumsi protein, presentase lemak dalam asupan sehari dan presentase karbohidrat dalam asupan sehari. Analisis bivariat dilakukan dengan uji *Independent t-test* dan *Paired t-test* untuk menganalisis variabel-variabel yang berdistribusi normal. Uji *Mann Whitney* dan *Wilcoxon* digunakan untuk menganalisis perbedaan dari variabel-variabel yang berdistribusi tidak normal. Uji Multivariat menggunakan *General Linear Model* untuk menganalisis pengaruh diet tinggi protein terhadap IMT, persen lemak tubuh, kekuatan otot dan kecepatan setelah dikontrol tingkat konsumsi energi, persentase karbohidrat dalam asupan sehari dan kondisi awal.

Pada awal penelitian tidak terdapat perbedaan berat badan, IMT, persen lemak tubuh, kekuatan otot, kecepatan, tingkat konsumsi energi, tingkat konsumsi protein, presentase lemak dalam asupan sehari dan presentase karbohidrat dalam asupan sehari pada kelompok diet tinggi protein dan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian dimulai dengan kondisi dan karakteristik yang sama dari kedua kelompok.

Terdapat perbedaan tingkat konsumsi protein dan persentase karbohidrat dalam asupan sehari pada minggu ke-2 dan ke-4 perlakuan, sedang tingkat konsumsi energi dan persentase lemak dalam asupan sehari tidak terdapat perbedaan. Walaupun pada kelompok diet tinggi protein diberikan penambahan susu protein tetapi tingkat konsumsi energi dan persentase lemak dalam asupan sehari tidak terdapat perbedaan dengan kelompok kontrol. Hal ini disebabkan

karena susu protein yang diberikan kepada subjek merupakan susu tinggi protein, rendah lemak dan karbohidrat, dalam 30 g susu mengandung 120 kkal energi, 25 g protein, 1 g lemak dan 2 g karbohidrat, sehingga hanya sedikit meningkatkan konsumsi energi dan lemak. Sebelum penelitian dilakukan penjelasan tentang tujuan penelitian dan manfaat penelitian terutama pengaruh zat gizi terhadap kondisi fisik subjek, hal ini yang menyebabkan subjek termotivasi untuk meningkatkan asupan makan yaitu terlihat dari hasil *recall* konsumsi, selama penelitian sebagian besar subjek mengkonsumsi menu yang disediakan sekolah.

Tingkat konsumsi protein meningkat pada kedua kelompok dan terdapat perbedaan bermakna pada kelompok diet tinggi protein. Sebelum perlakuan asupan protein subjek rata-rata 0,96 g/kgBB/hari pada kelompok diet tinggi protein dan 1 g/kgBB/hari pada kelompok kontrol. Setelah perlakuan kepada subjek kelompok diet tinggi protein, terjadi peningkatan rata-rata asupan protein sebesar 1,4 g/kgBB/hari, kelompok kontrol 1,1 g/kgBB/hari.

Persentase karbohidrat dalam asupan sehari terjadi perbedaan. Persentase konsumsi karbohidrat pada kedua kelompok terjadi penurunan tetapi penurunan pada kelompok diet tinggi protein lebih besar dan bermakna. Sebelum perlakuan asupan makanan subjek pada kelompok diet tinggi protein mengandung 58,5±4,0% karbohidrat, 13,2±1,5% protein dan 26,9±4,5% lemak dari total asupan energi. Setelah perlakuan diet tinggi protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari asupan makanan subjek mengandung 50,4±7,1% karbohidrat, 15,4±0,6% protein dan 28,4±1,1% lemak dari total asupan energi. Program diet tinggi protein akan menurunkan persentase karbohidrat dari total asupan energi.

Tidak terdapat perbedaan berat badan dan IMT sebelum dan sesudah perlakuan diet tinggi protein pada kedua kelompok. Persen lemak tubuh pada kelompok diet tinggi protein mengalami penurunan lebih besar dan bermakna ($p=0,004$) yaitu sebesar 1,2% dibanding kelompok kontrol yang hanya turun 0,3%. Adanya penurunan persen lemak tubuh yang tidak diikuti dengan perubahan berat badan ataupun IMT dapat diasumsikan terjadi peningkatan massa tubuh tanpa lemak (*fat free weight/lean body mass*). Massa tubuh tanpa lemak meliputi massa otot, tulang, kulit, jaringan tubuh bukan lemak dan jaringan tubuh lain, massa otot 40-50% dari massa tubuh tanpa lemak (Browers & Fox, 1988). Massa tubuh tanpa lemak dapat diketahui dari perhitungan pengurangan berat badan aktual (kg) dengan massa lemak (kg), dimana massa lemak adalah perkalian persen lemak tubuh dengan berat badan aktual (McArdle, 1981). Hasil perhitungan massa tubuh tanpa lemak pada penelitian ini terdapat peningkatan massa tubuh tanpa lemak dari 51,1 g menjadi 52,4 g pada kelompok diet tinggi protein.

Terdapat perbedaan kekuatan otot sebelum dan sesudah perlakuan pada kedua kelompok. Peningkatan kekuatan otot pada kelompok diet tinggi protein lebih besar (18,2 kg) dibanding kelompok kontrol (11,4 kg), namun tidak terdapat perbedaan peningkatan kekuatan antar kelompok, hal ini sesuai dengan penelitian Woddall (2010) dan Burke (2001) bahwa terjadi peningkatan kekuatan otot pada kelompok diet tinggi protein tetapi tidak terdapat perbedaan peningkatan kekuatan antar kelompok diet tinggi protein dan kontrol. Dapat diartikan bahwa perlakuan diet tinggi protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari selama 4 minggu tidak memberikan

dampak peningkatan kekuatan yang besar, nilai peningkatan kekuatan hanya terpaut sedikit dengan kelompok kontrol. Meskipun terjadi peningkatan massa tubuh tanpa lemak pada kelompok diet tinggi protein tetapi hanya sedikit memberikankan dampak pada kenaikan kekuatan otot. Selain peningkatan massa tubuh tanpa lemak, terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi peningkatan kekuatan otot pada kedua kelompok yaitu efek *neural adaptation* atau *learning effect* (Chillibeck *et al*, 1998), faktor psikologis (subjek merasa takut, ragu dan tidak percaya diri untuk mengangkat barbel pada pengukuran awal dan pengukuran kekuatan setelah perlakuan subjek lebih percaya diri untuk mengangkat beban dan termotivasi untuk memperoleh hasil tes kekuatan lebih baik dari tes sebelumnya), waktu latihan, dibutuhkan waktu 8-16 minggu untuk meningkatkan kekuatan (Aagaard, 2010) dan adanya program latihan kekuatan.

Hasil penelitian ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan peningkatan kecepatan antar kelompok. Namun peningkatan kecepatan pada kelompok diet tinggi protein lebih besar ($0,05 \pm 0,11$ detik) dibanding kelompok kontrol ($0,02 \pm 0,21$ detik). Walaupun terjadi peningkatan massa bebas otot dan kekuatan otot, namun kurang adekuat untuk meningkatkan kecepatan. Seperti halnya kekuatan, untuk meningkatkan kecepatan memerlukan waktu yang relative lebih lama.

Aktivitas dalam olahraga sepak bola merupakan kombinasi antara aktivitas intensitas tinggi dan aktivitas intensitas rendah, sehingga proses metabolisme energi di dalam tubuh dapat berjalan secara stimulant melalui metabolisme energi secara aerobik dan anaerobik. Pada aktivitas intensitas tinggi membutuhkan

kekuatan maksimal untuk berlari cepat untuk mengejar bola atau kekuatan untuk menendang bola dengan keras, metabolisme energi tubuh akan berjalan secara anaerobik melalui sumber energi yang diperoleh dari simpanan ATP, simpanan *phosphocreatine* (PC) dan simpanan karbohidrat (Irawan, 2007). Subjek kelompok diet tinggi protein dalam penelitian ini karbohidrat yang dikonsumsi tergolong kurang yaitu $50,3 \pm 4,6\%$ dari total asupan sehari atau $4,6 \pm 0,8$ g/kgBB/hari (rekomenasi asupan karbohidrat 5-8 g/kgBB/hari). Asupan karbohidrat rendah mengakibatkan glikogen otot dan glukosa dalam darah tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan energi untuk kontraksi otot dan melakukan aktivitas anaerobik seperti lari cepat. Tingkat konsumsi energi subjek termasuk kategori kurang (<80%), Diet tinggi protein dihubungkan dengan peningkatan massa otot, namun apabila asupan energi subjek rendah akan memberi dampak negatif terhadap peningkatan massa otot. (Rozenek, 2002). Peningkatan massa otot atau hipertropi otot akan berpengaruh pada kekuatan otot (Rasmussen, 2000; Philip *et al*, 2005). Terdapat hubungan positif antara kekuatan otot dan kecepatan (Comfort, 2013).

Berdasarkan model regresi yang diperoleh, menunjukkan ada perbedaan kekuatan otot ($p=0,01$) setelah dikontrol tingkat konsumsi energi, persentase karbohidrat dalam asupan sehari dan kekuatan awal. Peningkatan kekuatan otot pada penelitian ini dipengaruhi oleh diet tinggi protein 1,4-1,7 g/kgBB/hari, tingkat konsumsi energi, persentase karbohidrat dalam asupan sehari dan kekuatan awal sebesar 63,3% sedangkan sisanya dipengaruhi variabel-variabel lain yang tidak diteliti. Tidak terdapat perbedaan IMT, persen lemak tubuh dan kecepatan

setelah dikontrol tingkat konsumsi energi, persentase karbohidrat dalam asupan sehari dan IMT, persen lemak tubuh serta kecepatan awal.

Keterbatasan penelitian ini adalah 1) Kurangnya kontrol terhadap kepatuhan subjek untuk mengkonsumsi susu protein setiap hari. Susu protein diberikan langsung kepada subjek dalam bentuk kemasan yaitu pada sebelum penelitian dan pada minggu ke-2 penelitian. Subjek mempersiapkan dan mengkonsumsi susu di asrama setelah latihan olahraga sore hari. Formulir kepatuhan minum susu protein yang diberikan kepada subjek tidak menjamin kepastian subjek untuk minum susu protein, 2) Terdapat variabel-variabel lain yang berpengaruh terhadap kecepatan, seperti kelentukan dan waktu reaksi. Variabel-variabel tersebut pada penelitian ini tidak dikendalikan atau tidak dilakukan pengukuran, 3) Asupan karbohidrat selama penelitian tidak diberikan penambahan sehingga persentase karbohidrat dalam asupan sehari selama penelitian mengalami penurunan. Peningkatan asupan protein harus diimbangi dengan asupan energi/asupan karbohidrat cukup, apabila asupan energi kurang maka akan membatasi peningkatan massa tubuh dan massa otot, 4) Metode pengukuran konsumsi makanan untuk subjek dengan menggunakan metode *recall* 24 jam tergantung dari daya ingat responden dan ketrampilan pewawancara.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan untuk orang-orang yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan motivasi dalam setiap langkah kehidupanku

*Ibu (Almarhumahn) dan Bapak
Suami dan anak-anakku
Adik dan Keluarga*

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas

Nama : dr. Anies Setiowati
Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 13 April 1977
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Ngesrep Timur IV/18 RT 06 RW 01 Semarang

B. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri II Sumurboto Semarang, tamat tahun 1989
2. SMP Negeri 21 Semarang, tamat tahun 1992
3. SMA Negeri 4 Semarang, tamat tahun 1995
4. Fakultas Kedokteran UNDIP Semarang, tamat tahun 2002

C. Riwayat Pekerjaan

Staf Pengajar Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang,
2005 sampai sekarang

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis yang berjudul “Pengaruh Diet Tinggi Protein terhadap Indeks Massa Tubuh, Persen Lemak Tubuh, Kekuatan Otot dan Kecepatan pada Atlet”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister pada Program Magister Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang.

Berbagai pihak telah membantu dalam penyusunan Tesis ini. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dra. Ani Margawati, M.Kes, PhD selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Apoina Kartini, M.Kes selaku Sekretaris Program Studi Magister Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang
3. dr. Martha I. Kartasurya, MSc, PhD selaku pembimbing utama, atas kesediaan dan kesabarannya selama membimbing.
4. dr. Siti Fatimah Pradigdo, M.Kes selaku pembimbing pendamping, atas kesediaan dan perhatiannya dalam membimbing.
5. Prof. Dr. dr. Hardhono Susanto, PAK selaku penguji utama, atas masukan dan saran yang diberikan
6. Dr. Suroto, M.Pd selaku penguji pendamping, atas masukan dan saran yang diberikan

7. Ketua Yayasan Terang Bangsa Semarang yang memberi ijin dan membantu proses berlangsungnya penelitian ini.
8. Siswa kelas atlet sepak bola SMA Terang Bangsa Semarang yang dengan sukarela menjadi responden dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa pada Tesis ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran untuk kebaikan Tesis ini. Semoga Tesis ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pembaca dan pihak lain yang membutuhkan.

Semarang, Juli 2013

Penulis,

Anies Setiowati

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
RINGKASAN.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xix
KATA PENGANTAR.....	xx
DAFTAR ISI	xxii
DAFTAR TABEL	xxiv
DAFTAR GAMBAR	xxvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Keaslian Penelitian.....	7
II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Kekuatan Otot	10
1. Jenis Kekuatan Otot.....	10
2. Metoda Pengukuran Kekuatan Otot.....	11
3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Otot.....	12
B. Kecepatan.....	23

1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kecepatan.....	23
2. Metoda Pengukuran Kecepatan	28
C. Persen Lemak dan Indeks Massa Tubuh	29
1. Persen Lemak Tubuh	29
2. Indeks Massa Tubuh	31
3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi IMT dan Persen Lemak Tubuh	32
D. Diet Tinggi Protein.....	38
1. Protein	35
2. Kualitas Protein.....	38
3. Fungsi Protein.....	40
4. Rekomendasi Asupan Protein.....	41
5. Keamanan Asupan Tinggi Protein.....	43
E. Kerangka Teori	45
F. Kerangka Konsep	46
G. Hipotesis Penelitian	47
III METODE PENELITIAN	48
A. Jenis Penelitian	48
B. Lokasi Penelitian	49
C. Populasi dan Subjek Penelitian.....	49
D. Alur Penelitian	51
E. Variabel Penelitian	53
F. Definisi Operasional	53
G. Prosedur pengumpulan data	57
H. Instrumen Penelitian	60
I. Pelaksanaan Penelitian	61
J. Etika Penelitian	62
K. Pengolahan dan Analisis Data	63
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	69
A. Gambaran Umum.....	69

B. Karakteristik Subjek.....	70
C. Kepatuhan Subjek untuk Melakukan Diet Tinggi Protein.....	76
D. Tingkat Konsumsi Energi, Tingkat Konsumsi Protein, Presentase Lemak dalam Asupan Sehari dan Presentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari.....	78
E. Pengaruh Diet Tinggi Protein Terhadap Indeks Massa Tubuh, Presen Lemak Tubuh, Kekuatan Otot dan Kecepatan.....	88
F. Uji Multivariat.....	103
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	112
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN	122

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Penelitian yang Pernah Dilakukan	7
2. Klasifikasi Indeks Massa Tubuh (IMT).....	32
3. Deskripsi Karakteristik Subjek Penelitian pada Kelompok Diet Tinggi Protein dan Kontrol di Awal Penelitian.....	70
4. Deskripsi Karakteristik Subjek Penelitian berdasar Posisi Subjek dalam Tim Sepak Bola pada Awal Penelitian.....	71
5. Kepatuhan Subjek untuk Melakukan Diet Tinggi Protein.....	77
6. Deskripsi Tingkat Konsumsi Energi, Tingkat Konsumsi Protein, Persentase Lemak dan Karbohidrat dalam Asupan Sehari pada Kelompok Diet Tinggi Protein dan Kontrol.....	79
7. Perbedaan Tingkat Konsumsi Energi, Tingkat Konsumsi Protein, Presentase Lemak dalam Asupan Sehari dan Persentase Karbohidrat dalam Asupan Subjek Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Diet Tinggi Protein.....	84
8. Perbedaan Tingkat Konsumsi Energi, Tingkat Konsumsi Protein, Persentase Lemak dalam Asupan Sehari dan Persentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Kontrol.....	85
9. Perbedaan Tingkat Konsumsi Energi, Tingkat Konsumsi Protein, Persentase Lemak dalam Asupan Sehari dan Persentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Diet Tinggi Protein Berdasarkan Posisi Subjek dalam Tim Sepak Bola.....	86
10. Perbedaan Tingkat Konsumsi Energi, Tingkat Konsumsi Protein, Persentase Lemak dalam Asupan Sehari dan Persentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Kontrol Berdasarkan Posisi Subjek dalam Tim Sepak Bola.....	88
11. Perbedaan Kecepatan, Kekuatan Otot, Persen Lemak Tubuh, Berat Badan dan Indeks Massa Tubuh (IMT) antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Diet Tinggi Protein.....	89

12. Perbedaan Kecepatan, Kekuatan Otot, Persen Lemak Tubuh, Berat Badan dan Indeks Massa Tubuh (IMT) antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Kontrol.....	91
13. Pengaruh Diet Tinggi Protein terhadap Peningkatan Kekuatan Otot, Kecepatan, Berat Badan, Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Penurunan Persen Lemak Tubuh.....	92
14. Perbedaan Kecepatan, Kekuatan Otot, Persen Lemak Tubuh, Berat Badan dan Indeks Massa Tubuh (IMT) antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Diet Tinggi Protein Berdasarkan Posisi Subjek dalam Tim Sepak Bola.....	100
15. Perbedaan Kecepatan, Kekuatan Otot, Persen Lemak Tubuh, Berat Badan dan Indeks Massa Tubuh (IMT) antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan pada Kelompok Kontrol Berdasarkan Posisi Subjek dalam Tim Sepak Bola.....	102
16. Perbedaan Kecepatan Setelah Setelah Dikontrol oleh Tingkat Konsumsi Energi, Persentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari dan Kecepatan Awal.....	103
17. Perbedaan Kekuatan Otot Setelah Dikontrol oleh Tingkat Konsumsi Energi, Persentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari dan Kekuatan Awal.....	104
18. Perbedaan Persen Lemak Tubuh Setelah Dikontrol oleh Tingkat Konsumsi Energi Persentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari dan Persen Lemak Tubuh Awal.....	105
19. Perbedaan Indeks Massa Tubuh (IMT) Setelah Dikontrol oleh Tingkat Konsumsi Energi, Persentase Karbohidrat dalam Asupan Sehari dan IMT Awal.....	106

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Jalur adaptasi nutrisi dan latihan olahraga.....	19
2. Kerangka teori.....	45
3. Kerangka konsep.....	46
4. Alur penelitian	51

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Informed Consent.....	122
2. Kuesiner Survei Awal	123
3. Recall 24 jam	124
4. Formulir Hasil Pengukuran Komposisi Tubuh.....	125
5. Formulir Hasil Pengukuran Kekuatan Otot dan Kecepatan	126
6. Kandungan Prostar 100% Whey Protein.....	127
7. Hasil Laboratorium Ureum dan Kreatinin.....	128
8. <i>Ethical Clereance</i>	129
9. Surat-surat Perijinan Penelitian.....	130
10. Master Tabel Penelitian Pendahuluan.....	132
11. Analisa Data Penelitian Pendahuluan.....	133
12. Master Tabel Penelitian.....	136
13. Analisis Data Penelitian.....	141
14. Dokumentasi Foto.....	171