

## HUBUNGAN ASUPAN ASAM LEMAK OMEGA-3 DENGAN MASSA OTOT SKELETAL DAN LEVEL VO2 MAX

*Correlation of Omega-3 Fatty Acid with Skeletal Muscle Mass Omega-3 intake and VO2 Max Level*

Leni Ayunda Ratu<sup>1\*</sup>, Endang Sri Wahjuni<sup>2</sup>, Lini Anisfatus Sholihah<sup>1</sup>, Cleonara Yanuar Dini<sup>1</sup>, Satwika Arya Pratama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Kedokteran, Fakultas kedokteran, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

\*Email: [leniayundaratu@gmail.com](mailto:leniayundaratu@gmail.com)

### ABSTRAK

Masalah yang sering terjadi pada pemain sepak adalah mudah mengalami kelelahan di tengah pertandingan, hal ini erat kaitannya dengan deplesi glikogen dan massa otot yang kurang sebagai tempat penyimpanan cadangan glikogen. Masalah lainnya yang mungkin terjadi adalah level VO2 *max* para atlet yang belum maksimal, sehingga juga berperan dalam kondisi kelelahan yang lebih cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan asupan asam lemak omega-3 dengan massa otot dan level VO2 *max* pada atlet sepak bola laki-laki non-elit Universitas Negeri Surabaya berdasarkan status merokok. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cross sectional* dan melibatkan 21 responden yang dipilih dengan metode *complete enumeration of accessible population* dengan kriteria eksklusi seperti alergi *seafood*, telur, ikan, daging sapi, dan ayam serta responden yang sedang menjalankan diet vegetarian lacto ovo dan diet vegan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan massa otot yang signifikan (*p-value* 0,04) di antara kelompok merokok ( $34,94 \pm 2,02$ ) dan tidak merokok ( $36,82 \pm 1,42$ ). Sedangkan, perbedaan rerata VO2 *max* pada kelompok yang merokok ( $38,41 \pm 7,4$ ) dan tidak merokok ( $46,99 \pm 8,72$ ) juga menunjukkan hasil yang signifikan (*p-value* 0,03). Massa otot tidak berhubungan signifikan dengan Alpha-linolenic Acid (ALA) (*p-value* 0.2), Eicosapentaenoic Acid (EPA) (*p-value* 0.91), dan Docosahexaenoic Acid (DHA) (*p-value* 0.89) begitu juga dengan level VO2 *max* yang tidak berhubungan secara signifikan dengan ALA (*p-value* 0.39), EPA (*p-value* 0.24), DHA (*p-value* 0.88) pada kelompok responden perokok. Sedangkan, pada kelompok responden yang tidak merokok massa otot tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan ALA (*p-value* 0.801), EPA (*p-value* 0.70), dan DHA (*p-value* 0.34) sama halnya dengan dengan level VO2 *max* yang tidak berhubungan dengan ALA (*p-value* 0.65), EPA (*p-value* 0.23), dan DHA (*p-value* 0.09). Terdapat perbedaan yang signifikan antara massa otot dan VO2 *max* level antara subjek yang merokok dengan yang tidak merokok. Meskipun demikian, asupan asam lemak omega-3 baik ALA, EPA, dan DHA tidak berhubungan signifikan dengan massa otot dan level VO2 *max* pada responden yang merokok maupun tidak merokok.

**Kata Kunci:** ALA, DHA, EPA, massa otot, merokok

### ABSTRACT

Nutritional problems of youth in Indonesia are still prone to occur, including inappropriate consumption patterns. Inappropriate eating behavior can have a negative impact on the nutritional status of youth, one of which is underweight. Data from the 2018 Riskesdas results, the prevalence of underweight or malnourished youth reached 16,8%. The provision of snack foods rich in nutritional content contributes to meeting calorie needs during their growth period and improving the nutritional status of youth. This study aims to determine the nutritional content and sensory properties of steamed sponge cake substituted with pumpkin flour and mung bean flour as a nutrient-dense snack that is practically consumed. This type of experimental research used a completely randomized design with three treatments and two repetitions. The formulation of steamed sponge cake is the ratio of pumpkin flour, mung bean flour, and wheat flour, namely F0 (0 : 0 : 100), F1 (15 : 35 : 50), F2 (30 : 20 : 50), F3 (45 : 5 : 50). Sensory tests were carried out on 30 consumer panelists. Data analysis of proximate test results used descriptive analysis and sensory test results used the Kruskal Wallis test continued with the Mann Whitney test. The sensory test results showed that there were significant differences in color ( $p=0,000$ ), aroma ( $p=0,000$ ), texture ( $p=0,014$ ), and taste ( $p=0,000$ ) in the four formulas. The result of the overall sensory test that the panelists most favored was F0. F3 produces the highest nutritional content of the steamed sponge cake formula in 100 grams contains an average of 373,13 kcal of energy, 11,28 g protein, 17,85 g fat, 41,83 g carbohydrates.

**Key words:** ALA, DHA, EPA, muscle mass, smoking

## PENDAHULUAN

Atlet sepak bola memegang peranan yang paling utama sebagai eksekutor di lapangan dalam mencapai prestasi yang optimal (Nasrulloh *et al.*, 2021). Seringkali atlet mengalami permasalahan fisik berkaitan dengan manajemen VO2 *max*, ketahanan fisik (mudah lelah), dan sulitnya kemampuan beraklimitasi (Kusriyanti, 2015). Pada olahraga sepak bola, penggunaan glikogen sebagai energi selama pertandingan lebih besar dari pada energi yang berasal dari glukosa darah (Lestari *et al.*, 2021). Hal inilah yang mengakibatkan masalah deplesi glikogen otot sering terjadi pada atlet sepak bola saat bertanding yang kemudian akan mengakibatkan penurunan glukosa darah serta kelelahan yang lebih awal terjadi (Holmberg, 2015). Massa otot yang baik pada atlet sepak bola sangat diperlukan untuk menjaga simpanan glikogen otot agar tidak mudah lelah saat pertandingan berlangsung (Silva *et al.*, 2015; Jensen *et al.*, 2011). Hal ini berkaitan dengan semakin besar massa otot maka kapasitas simpanan glikogen pada otot juga semakin meningkat (Alghannam, 2012).

Selain massa otot, VO2 *max* adalah penentu untuk performa atlet. VO2 *max* sangat menentukan kemampuan atlet dalam menghadapi aktivitas dengan intensitas tinggi, termasuk akselerasi, berlari, perubahan arah, melompat, langkah lateral, dan keterampilan teknis khusus yang berkaitan dengan kekuatan otot, fleksibilitas, dan kelincahan (Silva *et al.*, 2015). VO2 *max* memiliki korelasi yang signifikan terhadap kadar oksigen dalam darah, di mana jika level VO2 *max* tinggi kadar oksigen dalam

darah juga tinggi (Pamungkas dan Nidomuddin, 2019). Beberapa faktor yang mempengaruhi VO2 *max* di antaranya adalah massa otot dan asupan makanan (Seong *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian dari Smith *et al* (2011) pada subjek penelitian 5 orang laki-laki dan 4 perempuan yang berusia  $39.7 \pm 1.7$  menunjukkan bahwa asupan omega-3 menjadi salah satu asam lemak yang memiliki peran dalam mempercepat proses anabolisme otot sebagai respon terhadap hiperinsulinemia dan hiperaminoasidaemia. Hasil penelitian serupa juga dilaporkan pada penelitian yang dilakukan dengan subjek laki-laki berusia  $23 \pm 1$  tahun yang rutin melakukan latihan resisten menunjukkan bahwa asupan omega-3 akan meningkatkan konsentrasi omega-3 di dalam sel otot kemudian menjalankan mekanisme translasi di dalam sel untuk menstimulus anabolisme otot (Philpott *et al.*, 2019). Akan tetapi, hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian di Inggris yang menunjukkan bahwa omega-3 tidak berkaitan dengan modulasi pembentukan massa otot (Peoples *et al.*, 2008). Sebuah review juga menunjukkan kurangnya bukti bahwa asam lemak omega-3 dapat meningkatkan massa otot (Ostojic, 2003).

Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa asupan omega-3 pada orang-orang berusia 12 – 49 tahun dapat meningkatkan VO2 *max* dengan mekanisme penurunan penanda inflamasi *C-reactive protein* (CRP), khususnya pada kelompok laki-laki (Farley *et al.*, 2022). Sebuah penelitian yang melibatkan subjek atlet sepeda laki-laki sebanyak

13 orang berusia  $23.1 \pm 5.4$  juga melaporkan hal yang sama. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa asupan omega-3 dapat meningkatkan fungsi kardiovaskuler ( $VO_2 \max$ ) karena berkaitan dengan mekanisme perbaikan endotel vaskular seperti peningkatan *Nitric Oxide* (NO), metabolisme lipid, peningkatan reaktivitas kardiovaskular, produksi enzim antioksidan dan efek anti-inflamasi (Żebrowska *et al.*, 2015). Hasil ini justru berkebalikan dengan penelitian yang dilakukan di swiss yang menyatakan bahwa suplementasi omega-3 tidak memberikan perubahan yang nyata pada level  $VO_2 \max$  (Jost *et al.*, 2022). Hasil berkebalikan juga diperoleh dari penelitian di Australia yang menunjukkan bahwa  $VO_2 \max$  pada kelompok kontrol dengan kelompok yang mendapat intervensi suplemen omega-3 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Peoples *et al.*, 2008).

Atlet non-elit memiliki kapasitas anaerobik,  $VO_2 \max$ , performa otot, pengalaman bermain dan kekuatan yang cenderung rendah sehingga sangat berpengaruh terhadap performa bermain yang kurang memuaskan (Ostojic, 2003). Atlet non-elit tidak didampingi oleh tenaga gizi yang profesional seperti atlet profesional yang kebutuhan asupannya sudah disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga asupan makanan baik dari segi kuantitas maupun kualitas pada atlet non-elit cenderung tidak teratur sehingga dapat mempengaruhi massa otot dan  $VO_2 \max$  (Dewinta *et al.*, 2022). Selain itu, pada penelitian sebelumnya juga menunjukkan hasil yang belum konsisten terkait dengan hubungan asupan omega-3

dengan massa otot dan level  $VO_2 \max$ . Sehingga, perlu dilakukan penelitian terkait hubungan antara tingkat konsumsi omega-3 dengan massa otot dan level  $VO_2 \max$  pada atlet sepak bola non-elit Unesa.

## METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lapangan sepak bola Universitas Negeri Surabaya yang berlokasi di Jl. Lidah wetan, Surabaya pada tanggal 10 Februari 2023 hingga 16 Juni 2023. Penelitian melibatkan 21 orang atlet sepak bola dari Universitas negeri Surabaya.

### Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan desain penelitian potong lintang (*cross sectional*). Populasi pada penelitian ini adalah atlet sepak bola dari UKM Sepak Bola di Universitas Negeri Surabaya. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *complete enumeration of accessible population* dengan menentukan karakteristik tertentu. Kriteria inklusi yang ditentukan adalah berjenis kelamin laki-laki, bersedia untuk mengikuti penelitian hingga akhir, dan anggota UKM sepak bola Unesa. Sedangkan kriteria eksklusi yang ditentukan adalah responden yang alergi terhadap *seafood*, telur, ikan, daging sapi, dan ayam serta responden yang sedang menjalankan diet vegetarian lacto ovo dan diet vegan. Terdapat 1 orang atlet yang dieksklusi karena sedang menghindari berbagai makanan seperti daging sapi, kambing dan ayam akibat dari pemakaian behel

gigi. Variabel yang diteliti adalah tingkat konsumsi omega-3 (ALA, EPA, dan DHA) yang dicari hubungannya dengan persentase massa otot dan level *VO2 max* yang dikelompokkan berdasarkan status merokok responden. Seluruh prosedur yang terlibat dalam penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari komite etik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dengan nomor 109/EA/KEPK/2023.

## Prosedur Penelitian

### Mengukur History Asupan Omega-3

Instrumen yang digunakan untuk mengukur asupan asam lemak omega-3 adalah *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* (SQFFQ) yang terdiri dari 53 item makanan dari kelompok bahan makanan mengandung karbohidrat, protein nabati, protein hewani, susu dan olahannya, buah, supplement, dan snack (supplement tabel 1). Formulir ini dilengkapi dengan pertanyaan mengenai frekuensi dalam kurun waktu tertentu (maksimal 3 bulan sebelumnya) dan porsi dalam satu kali makan dengan satuan ukuran rumah tangga (URT) atau porsi besar, sedang, dan kecil. Kuesioner SQFFQ yang digunakan telah tervalidasi sebelumnya (Angkasa *et al.*, 2019). Wawancara SQFFQ dilakukan oleh 3 orang yang terlatih dalam waktu 15 menit secara individu. Responden diminta untuk mengisi bagian identitas yang ada pada bagian depan lembar SQFFQ. Kemudian pewawancara menyampaikan pertanyaan terbuka dengan menanyakan jenis makanan, frekuensi, dan porsi makanan yang dideskripsikan melalui penunjukan gambar makanan

pada porsimetri.

### Mengukur Persentase Massa Otot

Pengukuran persentase massa otot dilakukan dengan menggunakan Bioelectrical Impedance Analyzer (BIA). BIA dinyalakan kemudian diatur berdasarkan data diri responden yang meliputi usia, tinggi badan, dan jenis kelamin. Responden diminta berdiri di atas timbangan BIA sembari mengangkat pegangan (konektor) dalam posisi tegap dan tangan lurus. Jika angka sudah keluar pada layar, enumerator menekan tombol area check untuk mengetahui persentase otot kemudian melakukan pencatatan.

### Mengukur Level *VO2 Max*

Pengukuran *VO2 max* dilakukan dengan metode *Multi Fitness Test* (MFT) yang membutuhkan soundsystem sebagai alat pengeras suara, kertas, dan cone sebagai penanda lintasan. MFT dimulai secara perlahan dengan berlari pada lintasan 20 meter kemudian kecepatan berlari harus terus ditingkatkan selaras dengan tempo *shuttle run* yang semakin meningkat di setiap levelnya. Hasil lari kemudian akan diubah menjadi *VO2 max* dalam satuan ml/kg/min sesuai dengan tabel penilaian *VO2 max*. Dari konversi tersebut *VO2 max* akan dikategorikan sesuai dengan norma *VO2 max* MFT di bawah ini.

**Tabel 1. Konversi *VO2 Max* pada Laki-laki**

Kategori	Umur	
	15-19	20-29
Laki-laki		
Baik sekali	$\geq 48$	$\geq 43$
Baik	42 – 47	37 – 42
Cukup	38 – 41	33 – 36
Kurang	33 – 37	29 – 32
Kurang sekali	$\leq 32$	$\leq 28$

## Analisis Data

Data dianalisis secara univariat dan bivariat dengan program SPSS. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan gambaran dari setiap variabel yang akan diteliti yaitu asupan omega-3, level VO2 max, dan massa otot. Sedangkan Analisis bivariat digunakan untuk menganalisis dan membuktikan hubungan asupan asam lemak omega-3 dengan level VO2 max serta hubungan antara asupan lemak omega-3 dengan persentase massa otot pada UKM sepak bola Unesa. Analisis bivariat dilakukan dengan uji *rank spearman* untuk menguji hubungan antara variabel asupan omega-3 yang berskala interval dengan VO2 max yang berskala ordinal. Sedangkan untuk hubungan variabel asupan omega-3 dengan massa otot diuji dengan analisis pearson karena kedua data berskala interval.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Responden

Karakteristik responden yang meliputi usia dan status merokok disajikan dalam tabel 2. Pada penelitian ini responden berjenis kelamin laki-laki dengan rentang usia 18-22 atau dikategorikan sedang dalam fase *late-post pubertal*. Pada fase ini dilaporkan terjadinya pembentukan massa otot secara signifikan (Xu *et al.*, 2021). Hal ini berkaitan dengan hormon testosteron yang memiliki peran penting dalam meningkatkan massa otot melalui peningkatan diferensiasi *myogenic* dari *multipotent mesenchymal stem cells* dan menstimulasi sintesis protein otot (Veldhuis *et al.*, 2005). Selain itu, seorang laki-laki

akan mengalami peningkatan VO2 max berkaitan dengan peningkatan hormon testosteron yang dapat meningkatkan glikolisis, senyawa fosfat berenergi tinggi melalui peran *deoxyhemoglobin allosteric* (DPG, ATP, ADP), yang menghasilkan peningkatan pada level VO2 max (Roy *et al.*, 2022).

**Tabel 1. Konversi VO2 Max pada Laki-laki**

Karakteristik Umum	N	%
<b>Status Merokok</b>		
Merokok	12	52,4
Tidak merokok	9	42,9
<b>Umur</b>		
18	3	14,3
19	8	38,1
20	6	28,6
21	2	9,5
22	2	9,5

Pada penelitian ini telah dikumpulkan data anamnesis berkaitan dengan gambaran status merokok responden. Terdapat 12 orang perokok aktif sedangkan 9 lainnya tidak pernah merokok. Rokok dapat meningkatkan karbon monoksida dalam tubuh yang kemudian mengurangi resistensi kelelahan otot (Wiener *et al.*, 2014). Merokok juga dapat mengganggu sintesis protein dan meningkatkan ekspresi gen yang terkait dengan kerusakan pertahanan otot (Marie *et al.*, 2023). Selain berkaitan dengan kerusakan otot, merokok juga menurunkan kapasitas *cardiorespiratory* (De Borja *et al.*, 2014). Ketika tembakau dalam rokok dibakar dan masuk ke saluran pernapasan maka akan mengakibatkan penyempitan jalur udara di paru-paru

karena meningkatnya produksi mucus. Menghirup karbon monoksida di dalam tembakau mengikat sel darah merah dan menggantikan oksigen, sehingga mengurangi distribusi oksigen ke paru-paru, otot, dan jaringan lainnya. Penurunan oksigen akan berpengaruh negatif terhadap performa endurance dan menurunkan skor *VO2 max* (Julia et al., 2021).

### Asupan Omega-3

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata asupan ALA, EPA, dan DHA. Rekomendasi asupan ALA, EPA, dan DHA yang spesifik bagi atlet sepak bola tidak ditemukan dalam buku panduan Kemenkes maupun WHO/FAO. Rekomendasi ALA yang digunakan dalam penelitian ini merupakan anjuran yang dikeluarkan oleh Asosiasi Dietisien Kanada, yakni 1.6 gram (Dietisien Canada, 2013). Sedangkan rekomendasi Asupan EPA dan DHA yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari dokumen Codex Alimentarius yang dikeluarkan oleh FAO/WHO pada tahun 2016. Asupan EPA dan DHA yang dianjurkan harus >250 mg per hari (FAO dan WHO, 2016). Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki asupan ALA, EPA, dan DHA di bawah rekomendasi. Rata-rata asupan ALA hanya mencapai  $1.24 \pm 0,31$  g per hari, asupan EPA hanya mencapai rata-rata  $0,17 \pm 0,16$  g/hari, sedangkan asupan DHA seluruh responden juga kurang dari rekomendasi dengan rata-rata konsumsi DHA hanya mencapai  $0,1 \pm 0,05$  g/hari. Sumber asupan ALA paling banyak berasal dari legum, kacang-kacangan, biji-bijian dan olahannya seperti tahu, tempe, kacang

hijau, kacang tanah, dan kacang kedelai. Sedangkan sumber EPA dan DHA paling besar didapatkan dari ikan, unggas, dan daging yang kontribusinya disajikan dalam tabel 4.

### Massa Otot

Tabel 3 juga menunjukkan rata-rata persentase massa otot responden belum memenuhi kriteria massa otot atlet sepak bola profesional. Menurut Nikolic *et al* (2014) massa otot ideal seorang atlet sepak bola harus mencapai 40,75 – 66,59%. Sedangkan rata-rata massa otot responden pada penelitian ini adalah  $35.75 \pm 1.99$  atau dalam kategori kurang dari masa otot ideal pesepak bola (tabel 3). Hal ini kemungkinan berkaitan dengan faktor asupan dan jenis olahraga yang sering diterapkan responden. Asupan omega-3 menjadi salah satu faktor yang juga mendukung dalam pembentukan massa otot, di mana komponen ALA, DHA, dan EPA mampu menurunkan marker inflamasi seperti IL-6 dan TNF serta meningkatkan sintesis protein otot (McGlory *et al.*, 2019). Berdasarkan anamnesis, para atlet jarang melakukan olahraga resistance dan lebih fokus pada olahraga endurance seperti jogging. Olahraga resisten dapat memacu sintesis protein otot melebihi pemecahan protein otot dan menghasilkan keseimbangan net protein positif dalam jangka waktu tertentu, sehingga terjadi penambahan massa otot (Phillips, 2014).

### Level VO2 Max

Sebagian besar responden pada penelitian ini telah memiliki level VO2 max yang baik sekali. Terdapat 9 orang (43%) yang memiliki level VO2 max sangat



baik dengan rata-rata  $48,7 \pm 6,1$ ; 4 orang (19%) yang memiliki level  $VO_2 \max$  baik dengan rata-rata  $42,5 \pm 3,3$ ; dan 2 orang (9%) yang memiliki level  $VO_2 \max$  cukup dengan rata-rata  $37,6 \pm 5,09$ ; dan 6 orang (29%) yang memiliki level  $VO_2 \max$  kurang dengan rata-rata hanya mencapai  $31,9 \pm 2,64$ . Berbeda dengan persentase massa otot yang kurang, dalam penelitian ini mayoritas responden justru mencapai level  $VO_2 \max$  baik sekali. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zakiyuddin (2016) yang menunjukkan bahwa atlet sepak bola usia 17-20 tahun di club Bligo Putra Sidoarjo memiliki rata-rata tingkat  $VO_2 \max$  48 ml/kg/menit. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan  $VO_2 \max$ , di antaranya faktor massa otot, jenis olahraga, status merokok, dan asupan.  $VO_2 \max$  dipengaruhi oleh total massa otot yang aktif bekerja selama olahraga, di mana semakin banyak otot yang aktif, maka level  $VO_2 \max$  akan semakin tinggi (Kim *et al.*, 2016).

Kedua, Olahraga interval dan endurance dapat meningkatkan  $VO_2 \max$  karena memiliki intensitas menengah-tinggi yang mengakibatkan terjadinya adaptasi fisiologis di dalam tubuh (Syamsudin *et al.*, 2021). Adaptasi tersebut mengacu pada kemampuan tubuh dalam mengangkut, menyebarkan, dan menggunakan oksigen secara efektif dalam waktu yang lama (Warni *et al.*, 2017).

### Perbedaan Massa Otot dan Level $VO_2 \max$ Pada Kelompok Perokok dan Bukan Perokok

Pada penelitian ini dilakukan uji beda untuk mengetahui perbedaan mean antar kelompok yang dikategorikan berdasarkan status merokok sehingga dapat dievaluasi keterkaitannya dengan massa otot dan  $VO_2 \max$ . Uji beda massa otot dan  $VO_2 \max$  pada semua kelompok menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Uji yang digunakan untuk membedakan massa otot berdasarkan status merokok adalah uji *independent sample t-test*. Uji

**Tabel 3. Distribusi Frekuensi**

	N	%	Maks	Min	Mean $\pm$ SD (% pemenuhan)
<b>Asupan Omega-3</b>					
<b>ALA</b>	21	100	2,1	0,2	$1,24 \pm 0,31$ (77%)
<b>EPA</b>			0,3	0	$0,17 \pm 0,16$ (68%)
<b>DHA</b>			0,2	0	$0,1 \pm 0,05$ (40%)
<b>Massa Otot</b>					
<b>Kriteria persentase massa otot atlet sepak bola professional</b>	21	100	39,1	31,2	$35,75 \pm 1,99$
<b><math>VO_2 \max</math></b>					
<b>Baik sekali</b>	9	43	60,9	43,7	$48,7 \pm 6,1$
<b>Baik</b>	4	19	47,1	42,2	$42,5 \pm 3,3$
<b>Cukup</b>	2	10	41,2	36,4	$37,6 \pm 5,09$
<b>Kurang</b>	6	28	35,5	29,1	$31,9 \pm 2,64$

Keterangan: N = jumlah, Maks = maksimal, Min = minimal, SD = standar deviasi

**Tabel 4. Hasil Uji Beda Massa Otot dan VO2 Max Berdasarkan Status Merokok**

Karakteristik Umum	N (%)		$\bar{x} \pm SD$		P-value	
	M	TM	M	TM	M	TM
Massa Otot						
VO2 Max	12 (52,4%)	9 (42,9%)	34,94 $\pm$ 2,02	36,82 $\pm$ 1,42	<0.05	<0.05

**Keterangan:**  $\bar{x}$  = rata-rata, M = merokok, TM = tidak merokok

beda menunjukkan adanya perbedaan massa otot yang signifikan ( $p\text{-value}<0,05$ ) di antara kelompok merokok (34,94  $\pm$  2,02) dan tidak merokok (36,82  $\pm$  1,42). Hasil uji beda *mann whitney* digunakan untuk menganalisis perbedaan rerata VO2 max pada kelompok yang merokok (38,41  $\pm$  7,4) dan tidak merokok (46,99  $\pm$  8,72) menunjukkan hasil yang signifikan ( $p\text{-value}<0,05$ ). Berdasarkan hasil uji beda tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa merokok menjadi salah satu variabel *confounding* dalam penelitian ini.

#### Korelasi Asupan Omega-3 dengan Massa Otot dan level VO2 Max

Pada penelitian ini hasil analisis pearson menunjukkan tidak adanya hubungan yang signifikan antara asupan omega-3 dengan massa otot ( $p\text{-value}>0,05$ ) baik pada kelompok responden perokok maupun pada kelompok bukan perokok. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian *cross sectional/longitudinal* dari Reinders *et al* (2015) yang menunjukkan tidak adanya hubungan pada asupan ALA, EPA, dan DHA melalui proses *follow up* selama 5 tahun pada lansia dengan level aktivitas menengah hingga tinggi. Penelitian dari Kim dan Park (2023) juga menunjukkan tidak adanya

hubungan yang signifikan antara asupan omega-3 dan peningkatan massa otot pada pria kelompok *non-low lean mass* (non-LLM) dan *low lean mass* (LLM). Namun hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian dari Lalia *et al* (2017) yang melaporkan adanya hubungan antara asupan omega-3 dengan peningkatan massa otot pada lansia yang melakukan latihan resisten.

**Tabel 5. Korelasi Asupan Omega-3 dan Massa Otot**

Asupan Omega-3	Merokok	Tidak merokok
	Massa Otot	
	<i>p-value</i>	
ALA	0,2	0,801
EPA	0,91	0,7
DHA	0,89	0,34

Lebih lanjut lagi, hasil analisis rho spearman juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara asupan omega-3 dengan level VO2 max ( $p\text{-value}>0,05$ ) pada kelompok perokok dan bukan perokok. penelitian ini juga sesuai dengan temuan Kawabata *et al* (2014) dan Hingley *et al* (2017) yang menyatakan tidak ada hubungan antara asupan EPA dan DHA terhadap VO2 max pada laki-laki berusia 18-40 tahun dengan level aktivitas yang tinggi. Penelitian dari Bortolotti *et al* (2017) juga tidak



menemukan hubungan yang signifikan antara asupan EPA dan DHA dengan level VO2 *max* pada laki-laki muda sedentary. Berbeda dengan hasil penelitian ini, studi sebelumnya yang telah dilakukan oleh Huang *et al* (2020) dan (Farley *et al.*, 2022) menyatakan bahwa asupan omega-3 mampu menghambat proses inflamasi tubuh dengan menekan sitokin, *tumor necrosis factor* (TNF), dan interleukin (IL)-6 sehingga terjadi mekanisme peningkatan massa otot dan level VO2 *max*.

**Tabel 6. Korelasi Asupan Omega-3 dan Level VO2 Max**

Asupan Omega-3	Merokok	Tidak merokok
	VO2 Max	
	<i>p-value</i>	
ALA	0,39	0,65
EPA	0,24	0,23
DHA	0,81	0,09

Terdapat beberapa alasan yang mengakibatkan rendahnya hubungan antara asupan omega-3 dengan massa otot dan level VO2 *max*. Alasan pertama, buruknya kuantitas dan kualitas asupan omega-3. Berdasarkan review dari Huffman *et al* (2011) mengindikasikan buruknya kualitas dan kuantitas asupan PUFA terutama ALA di negara berkembang seperti Indonesia, berkaitan dengan income yang rendah, sedangkan asupan short fatty acid (SFA) melebihi batas yang direkomendasikan. Berdasarkan hasil SQ-FFQ responden diperoleh hasil asupan ALA sebagian besar hanya diperoleh dari tahu dan tempe, sehingga kuantitasnya belum memenuhi rekomendasi bagi atlet sepak bola. Penelitian dari Ulrika (2011)

juga menunjukkan bahwa asupan EPA dan DHA di Indonesia sangat rendah bahkan tidak ada sama sekali. Hal ini sejalan dengan hasil SQ-FFQ responden pada penelitian ini. Konsumsi makanan laut seperti ikan jumlahnya kurang dari 2 porsi dalam satu minggu. Selain itu, berdasarkan hasil anamnesis mayoritas responden merupakan mahasiswa yang berasal dari luar kota Surabaya serta tinggal di asrama yang jauh dari orang tua. Oleh sebab itu, penyediaan makanan dilakukan secara mandiri dengan kualitas dan pola makan responden yang tidak teratur dan cenderung seadanya.

Faktor lain yang mempengaruhi hasil penelitian adalah adanya *missreporting* pada saat penelusuran histori asupan omega-3 responden. *Missreporting* pada metode SQFFQ merujuk pada ketidakakuratan data pada saat *dietary assessment*, di mana responden dapat melakukan *underreporting* atau *overreporting* dari asupan yang sebenarnya (Banna *et al.*, 2017). Kesalahan pelaporan dalam metode SQFFQ terjadi karena dalam proses pengumpulan datanya sangat bergantung pada memori responden (Gibson, 2005). Kesalahan data asupan dengan metode SQFFQ menjadi keterbatasan dalam meneliti hubungan antara diet dengan penyakit maupun fungsi fisiologis tubuh (Goode *et al.*, 2021). Untuk menguji bias kesalahan pelaporan, maka dilakukan pengukuran dengan analisis Goldberg. Analisis Goldberg dilakukan dengan membandingkan asupan omega-3 sehari-hari dengan kebutuhan asupan yang direkomendasikan oleh FAO/WHO/Asosiasi Ahli Gizi. Hasil rasio

tersebut kemudian dikategorikan menjadi *acceptable reporting* (AR) dengan cut off point  $>1,35$  dan  $<1,35$  dalam kategori *underreporting* (UR) (Goldberg et al., 1991). Hasil analisis Goldberg ditampilkan dalam tabel 7. Berdasarkan hasil Analisis Goldberg diketahui bahwa hanya ada 3 orang yang melakukan pelaporan ALA dalam kategori *acceptable reporting*. sedangkan pada asupan EPA dan DHA seluruh responden (100%) melaporkan asupannya dalam kategori *underreporting*.

**Tabel 7. Hasil Analisis Goldberg**

Asupan Omega-3	AR (orang)	UR (orang)
ALA	3 (14%)	18 (86%)
EPA	0 (0%)	21 (100%)
DHA	0 (0%)	21 (100%)

Status merokok kemungkinan juga menjadi variabel *confounding* yang mempengaruhi hubungan antara asupan omega-3 dengan massa otot dan level VO2 max. Paparan ini dapat mengganggu distribusi oksigen menuju mitokondria dan merusak produksi adenosine triphosphate serta menghambat fusi kontraktile otot (Degens et al., 2015). Merokok juga dapat mengganggu sintesis protein dan meningkatkan ekspresi gen yang terkait dengan kerusakan pertahanan otot (Marie et al., 2023). Menghirup karbon monoksida di dalam tembakau mengikat sel darah merah dan menggantikan oksigen, sehingga mengurangi distribusi oksigen ke paru-paru, otot, dan jaringan lainnya. Penurunan oksigen akan berpengaruh negative terhadap performa *endurance*

dan menurunkan skor VO2 max (Julia et al., 2021).

## PENUTUP

Penelitian ini mengungkapkan bahwa massa otot dan VO2 max memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelompok perokok dan bukan perokok. Kelompok yang bukan perokok memiliki massa otot yang lebih besar dan level VO2 max yang lebih bagus dibandingkan kelompok perokok. Penelitian ini juga tidak menemukan adanya hubungan yang signifikan antara asupan omega-3 dengan level VO2 max. Beberapa faktor yang mungkin berpengaruh terhadap hasil yang tidak signifikan dipengaruhi oleh asupan omega-3 responden yang tidak adekuat. Berdasarkan hasil analisis Goldberg juga menunjukkan bahwa beberapa responden melakukan missreporting dalam pelaporan asupan makanan. Bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian sejenis akan lebih baik jika menggunakan metode *dietary assessment* yang tingkatannya lebih tinggi dari pada metode SQ-FFQ seperti *multiple non-consecutive days food weighing*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Ibu Mardiana, S.K.M., M.Si selaku Ketua Program Studi Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Semarang. Kepada Ibu Yanesti Nuravianda Lestari, S.Gz., M.Gizi selaku dosen pembimbing. Kepada Prof. Dr. dr. Oktia Woro Kasmini Handayani, M.Kes dan Dr. Eko Farida, S.T.P., M.Si selaku Dosen Penguji serta kepada seluruh panelis yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alghannam, A. F. (2012). Metabolic limitations of performance and fatigue in football. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(2), 65–73. <https://doi.org/10.5812/asjasm.34699>
- Angkasa, D., Agustina, R., Khusun, H., & Prafiantini, E. (2019). Validation of a semi-quantitative food frequency questionnaire for estimating dietary omega-3 fatty acids intake among urban Indonesian pregnant women. *Malaysian Journal of Nutrition*, 25(2), 321–335. <https://doi.org/10.31246/mjn-2019-0027>
- Banna, J. C., McCrory, M. A., Fialkowski, M. K., & Boushey, C. (2017). Examining Plausibility of Self-Reported Energy Intake Data: Considerations for Method Selection. *Frontiers in Nutrition*, 4(September), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00045>
- Birberg Thornberg, U. (2011). *Fats in Mind: Effects of Omega-3 Fatty Acids on Cognition and Behaviour in Childhood* (Issue 530). [http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?jsessionid=TnsIh2gG1TAY\\_8-GInzX2M0EvioLq1Y5eGpLR1q2.diva2-search7-vm?pid=diva2:416089&dsid=2955](http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?jsessionid=TnsIh2gG1TAY_8-GInzX2M0EvioLq1Y5eGpLR1q2.diva2-search7-vm?pid=diva2:416089&dsid=2955)
- Bortolotti, M., Tappy, L., & Schneiter, P. (2007). Fish oil supplementation does not alter energy efficiency in healthy males. *Clinical Nutrition*, 26(2), 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2006.11.006>
- De Borba, A. T., Jost, R. T., Gass, R., Nedel, F. B., Cardoso, D. M., Pohl, H. H., Reckziegel, M. B., Corbellini, V. A., & Paiva, D. N. (2014). The influence of active and passive smoking on the cardiorespiratory fitness of adults. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/2049-6958-9-34>
- Degens, H., Gayan-ramirez, G., & Hees, H. W. H. Van. (2015). *Smoking-induced Skeletal Muscle Dysfunction From Evidence to Mechanisms*. 191(6), 620–625. <https://doi.org/10.1164/rccm.201410-1830PP>
- Dewinta, M. C. N., Penggalih, M. H. S. T., & Purwaningrum, D. N. (2022). Barriers and potential facilitators to implement nutrition care program in athletes' training centers in Indonesia. *Nutrition and Health*, 1–6. <https://doi.org/10.1177/02601060221102681>
- Dietitian Canada. (2013). *Food Sources of Omega-3 Fats* (Issue 1). <https://fliphtml5.com/djdk/dlks/basic>
- FAO, & WHO. (2016). *Proposed Draft NRV-NCD for EPA and DHA Long Chain Omega-3 Fatty Acids*. Codex Alimentarius.
- Farley, G., Riggs, D. W., Bhatnagar, A., & Hellmann, J. (2022). Omega-3 polyunsaturated fatty acids modify the inverse association between systemic inflammation and cardiovascular fitness. *HHS*, 2(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.02.006.Omega-3>
- Gibson, R. (2005). *Principles of Nutritional Assessment*.
- Goode, J. P., Smith, K. J., Kilpatrick, M., Breslin, M., Oddy, W. H., Dwyer, T., Venn, A. J., Magnussen, C. G., & Kaiser, K. A. (2021). *Retrospectively Estimating Energy Intake and Misreporting From a Qualitative Food Frequency Questionnaire: An Example Using Australian Cohort and National Survey Data*. 8(April), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.624305>
- Hingley, L., Macartney, M. J., Brown, M. A., McLennan, P. L., & Peoples, G. E. (2017). DHA-rich fish oil increases the omega-3 index and lowers the oxygen cost of physiologically stressful cycling in trained individuals. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(4), 335–343. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.2016-0150>
- Holmberg, H. C. (2015). The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25, 100–109. <https://doi.org/10.1111/sms.12601>
- Huang, Y. H., Chiu, W. C., Hsu, Y. P., Lo, Y. L., & Wang, Y. H. (2020). Effects of omega-3 fatty acids on muscle mass, muscle strength and muscle performance among the elderly: A meta-analysis. *Nutrients*, 12(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/nu12123739>
- Huffman, S. L., Harika, R. K., Eilander, A., & Osendarp, S. J. M. (2011). Essential fats: How do they affect growth

- and development of infants and young children in developing countries? A literature review. *Maternal and Child Nutrition*, 7(SUPPL. 3), 44–65. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2011.00356.x>
- Jensen, J., Rustad, P. I., Kolnes, A. J., & Lai, Y. C. (2011). The role of skeletal muscle glycogen breakdown for regulation of insulin sensitivity by exercise. *Frontiers in Physiology*, 2 DEC(December), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00112>
- Jost, Z., Tomczyk, M., Chroboczek, M., Calder, P. C., & Laskowski, R. (2022). Improved Oxygen Uptake Efficiency Parameters Are Not Correlated with VO<sub>2</sub>peak or Running Economy and Are Not Affected by Omega-3 Fatty Acid Supplementation in Endurance Runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14043. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114043>
- Kalani Roy, M., Wilkerson, R. B., Alexander, K., Nokoff, N. J., Cree-Green, M., & D'Alessandro, A. (2022). Longitudinal metabolic study of red blood cells from patients undergoing gender-affirming testosterone therapy. *Blood Advances*. <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2022008061>
- Kawabata, F., Neya, M., Hamazaki, K., Watanabe, Y., Kobayashi, S., & Tsuji, T. (2014). Supplementation with eicosapentaenoic acid-rich fish oil improves exercise economy and reduces perceived exertion during submaximal steady-state exercise in normal healthy untrained men. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 78(12), 2081–2088. <https://doi.org/10.1080/09168451.2014.946392>
- Kim, Y., & Park, Y. (2023). *Intake of omega-3 polyunsaturated fatty acids and fish associated with prevalence of low lean mass and muscle mass among older women : Analysis of Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2008-2011*. February, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1119719>
- Kusriyanti, K. (2015). Faktor Penyebab Kekalahan Tim Sepakbola Indonesia Melawan Thailand Pada Liga Semifinal Sea Games 2015 Dari Segi Ilmu Fisiologi. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 11(2), 115553.
- Lalia, A. Z., Dasari, S., Robinson, M. M., Abid, H., Morse, D. M., Klaus, K. A., & Lanza, I. R. (2017). *Aging-09-1096*. 9(4).
- Lestari, R. W. D., Fitranti, D. Y., Widyastuti, N., Syaury, A., Panunggal, B., Dieny, F. F., Wijayanti, H. S., & Kurniawati, D. M. (2021). Kadar gula darah atlet sepak bola remaja setelah pemberian diet beban glikemik. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 17(4), 194. <https://doi.org/10.22146/ijcn.58277>
- Marie, A., Petersen, W., Magkos, F., Atherton, P., Selby, A., Smith, K., Rennie, M. J., Pedersen, B. K., Mittendorfer, B., Mj, R., Bk, P., & Smoking, M. B. (2023). *Smoking impairs muscle protein synthesis and increases the expression of myostatin and MAFbx in muscle*. 843–848. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00301.2007>
- Nasrulloh, A., Yuniana, R., & Sulistiyono, S. (2021). Perbandingan Keterampilan Bermain serta Karakter Sportif Atlet Sepakbola Perbandingan Keterampilan Bermain serta Karakter Sportif Atlet Sepakbola Elite dan Nonelite Usia 14-16 Tahun di DIY. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 17(October), 117–129. <https://doi.org/10.21831/jorpres.v17i2.40355>
- Nikolic, S., Todorovskal, L., Maleska, V., Dejanova, B., Efremova, L., Zivkovic, V., & Pluncevic-Gligoroska, J. (2014). Analysis of body mass components in national club football players in Republic of Macedonia. *Medicinski Arhiv*, 68(3), 191–194. <https://doi.org/10.5455/medarh.2014.68.191-194>
- Ostojic. (2003). Characteristic of elite and non-elite Yugoslav soccer player: correlates of success. *Journal of Sports Science and Medicine*, 34–35.
- Pamungkas, H., & Nidomuddin, M. (2019). Korelasi Oksigen Dalam Darah Dengan Vo 2 Max. *Jp.Jok (Jurnal Pendidikan, Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan)*, 3(1), 82–89. <http://ejurnal.budiutomomalang.ac.id/index.php/jpjok>
- Peoples, G. E., McLennan, P. L., Howe, P. R. C., & Groeller, H. (2008). Fish oil reduces heart rate and

- oxygen consumption during exercise. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 52(6), 540–547. <https://doi.org/10.1097/FJC.0b013e3181911913>
- Philpott, J. D., Witard, O. C., & Galloway, S. D. R. (2019). Applications of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for sport performance. *Research in Sports Medicine*, 27(2), 219–237. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1550401>
- Reinders, I., Song, X., Visser, M., Eiriksdottir, G., Gudnason, V., Sigurdsson, S., Aspelund, T., Siggeirsdottir, K., Brouwer, I. A., Harris, T. B., & Murphy, R. A. (2015). Plasma phospholipid PUFAs are associated with greater muscle and knee extension strength but not with changes in muscle parameters in older adults. *Journal of Nutrition*, 145(1), 105–112. <https://doi.org/10.3945/jn.114.200337>
- Seong, M., Kim, Y., Park, S., Kim, H., & Kwon, O. (2020). Association between diet quality and cardiorespiratory fitness in Korean adults: The 2014–2015 national fitness award project. *Nutrients*, 12(11), 1–10. <https://doi.org/10.3390/nu12113226>
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine - Open*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>
- Smith, G. I., Atherton, P., Reeds, D. N., Mohammed, B. S., Rankin, D., Rennie, M. J., & Mittendorfer, B. (2011). Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: A randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 93(2), 402–412. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.005611>
- Veldhuis, J. D., Roemmich, J. N., Richmond, E. J., Rogol, A. D., Lovejoy, J. C., Sheffield-Moore, M., Mauras, N., & Bowers, C. Y. (2005). Endocrine control of body composition in infancy, childhood, and puberty. *Endocrine Reviews*, 26(1), 114–146. <https://doi.org/10.1210/er.2003-0038>
- Wiener, R. C., Findley, P. A., Shen, C., & Dwibedi, N. (2014). *Relationship between smoking status and muscle strength in the United States older adults*. 1–7.
- Xu, Y., Wen, Z., Deng, K., Li, R., Yu, Q., & Xiao, S. M. (2021). Relationships of sex hormones with muscle mass and muscle strength in male adolescents at different stages of puberty. *PLoS ONE*, 16(12 December), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260521>
- Żebrowska, A., Mizia-Stec, K., Mizia, M., Gąsior, Z., & Poprzęcki, S. (2015). Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained athletes. *European Journal of Sport Science*, 15(4), 305–314. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.949310>