

**PENGARUH SUPLEMENTASI BUBUK PROTEIN *WHEY*
TERHADAP KADAR ALBUMIN SERUM DAN KEKUATAN
GENGGAM TANGAN PASIEN DI POLI GERIATRI
RS DR. MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Spesialis Penyakit Dalam**



KARYA TULIS AKHIR

REDHO AFRIANDO

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I
ILMU PENYAKIT DALAM FK UNSRI / RSMH
PALEMBANG**

2025

**PENGARUH SUPLEMENTASI BUBUK PROTEIN *WHEY* TERHADAP KADAR
ALBUMIN SERUM DAN KEKUATAN GENGAM TANGAN PASIEN DI POLI
GERIATRI RS DR. MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG**

REDHO AFRIANDO

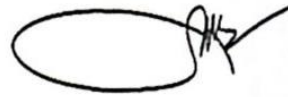
Telah Disetujui Oleh

PEMBIMBING I



DR. dr. Nur Riviati , SpPD, K-GER
196906272002122003

PEMBIMBING II



dr. Erial Bahar, M.Sc
NIP: 195111141977011001

**KETUA BAGIAN
ILMU PENYAKIT DALAM FK UNSRI**



DR. dr. Taufik Indrajaya, SpPD, K-KV
NIP: 196402021989031006

**KETUA PROGRAM STUDI SP1
ILMU PENYAKIT DALAM FK UNSRI**



dr. Nova Kurniati, SpPD, K-AI
NIP: 196407221989032003

ABSTRAK

PENGARUH SUPLEMENTASI BUBUK PROTEIN *WHEY* TERHADAP KADAR ALBUMIN SERUM DAN KEKUATAN GENGAM TANGAN PASIEN DI POLI GERIATRI RS DR. MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG

Redho Afriando, Nur Riviati, Erial Bahar
Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya
Rumah Sakit Dr. Mohammad Hoesin Palembang

Latar Belakang: Penuaan menyebabkan penurunan massa dan kekuatan otot, yang berdampak pada penurunan fungsi fisik lansia. Malnutrisi, terutama kekurangan protein, merupakan salah satu faktor utama yang mempercepat penurunan tersebut. Protein *whey* merupakan sumber protein dengan bioavailabilitas tinggi yang kaya akan asam amino esensial, khususnya BCAA (Branched Chain Amino Acids), dan berpotensi meningkatkan kadar albumin serta kekuatan otot pada lansia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suplementasi bubuk protein *whey* terhadap kadar albumin serum dan kekuatan genggam tangan pasien usia lanjut di Poli Geriatri RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan rancangan uji klinis, *open label*. Subjek terdiri dari pasien usia lanjut ≥ 60 tahun yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Subjek Penelitian intervensi diberikan suplementasi protein *whey* selama 30 hari. Pengukuran kadar albumin serum dan kekuatan genggam tangan dilakukan sebelum dan sesudah intervensi. Data dianalisis menggunakan uji statistik bivariat dan multivariat.

Hasil: Sebanyak 40 pasien geriatri (usia $70,07 \pm 5,40$ tahun; 72,5% perempuan) berpartisipasi, dengan 65% berisiko malnutrisi meski IMT rata-rata normal-*overweight*. Seluruh subjek memiliki status kognitif dan mental normal, serta 90% beraktivitas fisik tinggi. Setelah suplementasi protein *whey*, albumin serum meningkat ($p = 0,001$), sedangkan kekuatan genggam tangan meningkat signifikan ($25,22 \pm 6,64$ menjadi $26,42 \pm 7,04$ kg; $p = 0,002$). Perubahan albumin tidak dipengaruhi faktor demografis/klinis, sedangkan peningkatan kekuatan genggam diprediksi positif oleh status gizi baik ($p = 0,028$) dan negatif oleh aktivitas fisik tinggi ($p = 0,026$).

Kesimpulan: Suplementasi bubuk protein *whey* berpengaruh positif terhadap peningkatan kadar albumin serum dan kekuatan genggam tangan pada pasien usia lanjut. Intervensi ini dapat menjadi salah satu strategi nutrisi dalam meningkatkan status fungsional lansia di layanan geriatri.

Kata Kunci: Lansia, protein *whey*, albumin, kekuatan otot, genggam tangan, malnutrisi

Pembimbing

DR. dr. Nur Riviati, SpPD, K-GER

196906272002122003

Ketua Program Studi SP1

Ilmu Penyakit Dalam FK UNSRI

dr. Nova Kurniati, SpPD, K-AI

NIP: 196407221989032003

ABSTRACT

THE EFFECT OF WHEY PROTEIN SUPPLEMENTATION ON SERUM ALBUMIN LEVELS AND HANDGRIP STRENGTH IN PATIENTS AT THE GERIATRIC CLINIC OF DR. MOHAMMAD HOESIN HOSPITAL PALEMBANG

Redho Afriando, Nur Riviati, Erial Bahar

Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Sriwijaya
Dr. Mohammad Hoesin Hospital, Palembang, Indonesia

Background: Aging leads to a progressive decline in muscle mass and strength, which contributes to reduced physical function in older adults. Malnutrition, particularly protein deficiency, is a major factor accelerating this decline. Whey protein is a high-quality protein rich in essential amino acids, especially branched-chain amino acids (BCAAs), and has the potential to improve serum albumin levels and muscle strength in the elderly. This study aimed to evaluate the effect of whey protein powder supplementation on serum albumin levels and handgrip strength in geriatric patients.

Methods: This was an experimental, open-label clinical trial involving patients aged >60 years who met the inclusion and exclusion criteria. The intervention group received whey protein supplementation for 30 days. Serum albumin levels and handgrip strength were measured before and after the intervention. Data were analyzed using bivariate and multivariate statistical tests.

Results: Forty geriatric patients (mean age 70.07 ± 5.40 years; 72.5% female) participated, with 65% at risk of malnutrition despite an average BMI within the normal-obese range. All participants had normal cognitive and mental status, and 90% reported high physical activity levels. After whey protein supplementation, serum albumin increased slightly (4.24 ± 0.31 to 4.27 ± 0.29 g/dL; $p = 0.001$), while handgrip strength improved significantly (25.22 ± 6.64 to 26.42 ± 7.04 kg; $p = 0.002$), albumin were not influenced by demographic or clinical factors, whereas handgrip strength improvement was positively predicted by better nutritional status ($p = 0.028$) and negatively by higher baseline physical activity ($p = 0.026$).

Conclusion: Whey protein powder supplementation had a positive impact on handgrip strength but only a minimal effect on serum albumin levels in older adults. This intervention may serve as a nutritional strategy to improve functional status in geriatric care.

Keywords: elderly, whey protein, albumin, muscle strength, handgrip, malnutrition

Pembimbing

DR. dr. Nur Riviati, SpPD, K-GER

196906272002122003

Ketua Program Studi SP1

Ilmu Penyakit Dalam FK UNSRI

dr. Nova Kurniati, SpPD, K-AI

NIP: 196407221989032003

SURAT KETERANGAN PENGECEKAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : dr. Redho Afriando
NIM : 04042782125001
Prodi : Ilmu Penyakit Dalam

Menyatakan bahwa benar hasil pengecekan *similarity* tesis. Penelitian yang berjudul Pengaruh suplementasi bubuk protein whey terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang.

Dicek oleh operator *: 1. Dosen Pembimbing
2. UPT Perpustakaan

Demikianlah surat keterangan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat saya pertanggung jawabkan.

Menyetujui
Dosen pembimbing,



Dr. dr. Nur Riviati, SpPD, K-GER
NIP. 196906272002122003

Palembang, September 2025
Yang menyatakan,



dr. Redho Afriando
NIM. 04042782125001

***Lingkari salah satu jawaban, tempat anda melakukan pengecekan Similarity**

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat, karunia dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis I dibidang Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya Palembang. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi selama proses pendidikan dan penyusunan karya tulis ini, khususnya kepada:

Prof. dr. H. Ali Ghanie, SpPD, K-KV, FINASIM, Guru Besar Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Unsri/RSMH Palembang, atas ilmu, bimbingan dan motivasi yang senantiasa diberikan selama penulis menjalani pendidikan.

Prof. dr. H. Eddy Mart Salim, SpPD, K-AI, FINASIM, Guru Besar Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Unsri/RSMH Palembang, atas petunjuk, arahan, serta inspirasi yang sangat berarti bagi penulis.

Prof. dr. H. Hermansyah, SpPD, K-R, FINASIM, Guru Besar Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Unsri/RSMH Palembang, atas segala ilmu, nasihat dan bimbingan yang sangat berharga.

Prof. DR. dr. Radiyah Umi Partan, SpPD, K-R, FINASIM, Guru Besar Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Unsri/RSMH Palembang, yang dengan sabar dan tanpa lelah memberikan arahan, dukungan, serta bimbingan selama proses pendidikan.

DR. dr. Zulkhair Ali, SpPD, K-GH, FINASIM sebagai ketua KSM Penyakit Dalam, sekaligus sebagai penguji saya, atas inspirasi, arahan, dan ilmu yang senantiasa diberikan dengan tulus.

Dr. Hj. Mediarty Syahrir, SpPD, K-H.Onk.M, FINASIM, sebagai mantan Ketua Bagian Program Studi Ilmu Penyakit Dalam, Staf Divisi Hematologi onkologi medik, atas segala bentuk bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berarti.

DR. dr. Taufik Indrajaya, SpPD, K-KV, FINASIM, sebagai Ketua Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK UNSRI/RSMH Palembang dan Ketua Sub Bagian Kardiovaskular, atas bimbingan, motivasi, dan teladan yang diberikan selama masa pendidikan.

Dr. Hj. Nova Kurniati, SpPD, K-AI, FINASIM, sebagai Ketua Program Studi Spesialis I Ilmu Penyakit Dalam, sekaligus penguji saya, atas dedikasi dan arahan yang tak ternilai selama proses pendidikan.

Dr. H. Zen Ahmad, SpPD, K-PMK, FINASIM, Ketua PAPDI Cabang Sumsel, Ketua Divisi Pulmonologi, atas ilmu, nasihat, dan teladan yang sangat membentuk karakter dan profesionalisme penulis.

DR. dr. Yenny Dian Andayani, SpPD, K-H.Onk.M, FINASIM, ketua divisi Hematologi Onkologi Medik, sekaligus pembimbing akademik, atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat membantu perjalanan akademik penulis.

DR. dr. Yulianto Kusnadi, SpPD, K-EMD, FINASIM, Ketua Program Studi Spesialis II Ilmu Penyakit Dalam dan Ketua Divisi Endokrin Metabolik dan Diabetes, Terima kasih atas ilmu, inspirasi, dan keteladanan yang telah diberikan dengan tulus.

DR. dr. Nur Riviati, SpPD, K-Ger, FINASIM, ketua divisi Geriatri, sekaligus pembimbing dan penguji karya tulis akhir ini. Terima kasih atas kemurahan hati, waktu, dan arahan yang sangat berharga selama proses penyusunan penelitian ini.

DR. dr. Harun Hudari, SpPD, K-PTI, FINASIM, ketua divisi Tropik Infeksi, sekaligus pembimbing akademik. Terima kasih atas kemurahan hati, waktu, dan arahan yang sangat berharga selama proses penyusunan penelitian ini.

Dr. Erial Bahar, M.Sc, pembimbing metodologi penelitian, yang dengan sabar dan penuh dedikasi telah membimbing penulis dalam memahami dan viirofessi karya ilmiah ini secara sistematis.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada para guru di Bidang Ilmu Penyakit Dalam yang dengan penuh ketulusan, kesabaran, dan tanpa mengenal viirofe telah membimbing, mendidik, serta mengarahkan penulis dalam proses menjadi seorang internis yang viirofessional:

Dr. H. A. Fuad Bakry, SpPD, K-GEH, FINASIM; dr. Syadra Bardiman R, SpPD, K-GEH, FINASIM; dr. Ahmad Rasyid, SpPD, K-PMK, FINASIM; dr. Ian Effendi,

SpPD, K-GH, FINASIM; dr. Alwi Shahab, SpPD, K-EMD, FINASIM; Dr. dr. Joni Anwar, SpP; dr. Suyata, SpPD, K-GEH, FINASIM; dr. Syamsu Indra, SpPD, K-KV, MARS, PhD, FINASIM; dr. Ferry Usnizar, SpPD, K-KV, FINASIM; dr. Norman Djamaludin, SpPD, K-H.Onk.M, FINASIM; dr. Novadian, SpPD, K-GH, FINASIM; dr. Vidi Orba Busro, SpPD, K-GEH, FINASIM; dr. Erwin Sukandi, SpPD, K-KV, FINASIM; dr. Imam Suprianto, SpPD, K-GEH, FINASIM; dr. Erwin Azmar, SpPD, K-KV, FINASIM; dr. Sudarto, SpPD, K-PMK, FINASIM; Dr. Ratna Maila Dewi Anggraini, SpPD, K-EMD; DR. dr. Yuniza, SpPD, K-AI, FINASIM; dr. Suprpti, SpPD, K-GH, FINASIM; dr. Surya Darma, SpPD, KR, FINASIM; dr. Rukiah Chodilawati, SpPD, K-KV, FINASIM; dr. Imran, SpPD, K-KV, FINASIM; dr. Nelda Aprilia Salim, SpPD, K-PTI, FINASIM; dr. RA. Linda A, SpPD. K-PMK, FINASIM; dr. Mega Permata, SpPD, K-PTI, FINASIM; dr. M. Reagan, SpPD, K-R, M.Kes, FINASIM; dr. Natalie Duyen, SpP(K)Onk; dr. Rouly Pola Pasaribu, SpPD, K-PMK, FINASIM; dr. Dini Rizkie Wijayanti, Sp.P; dr. Muhammad Ayus Astoni, SpPD, K-GEH, FINASIM; dr. Anjab Akmal S., SpPD, KGEH; dr. Putri Muthia, SpPD, K-R; dr. Aisyah Wirdah, SpPD, K-H.Onk.M; dr. Yudhie Tanta, SpPD, K-KV; dr. Erti Sundarita. SpPD, K-H.Onk.M, dr. Mita Andriani, SpPD, K-H.Onk.M.; dr. Ridzqie Dibyantari SpPD K-Ger; dr. Kgs. M. Rosyidi, SpPD, K-H.Onk.M.

Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada Ibunda tercinta Ir. Hj. Hadiah Kurniati dan Ayahanda tercinta Ir. H. Kurnia Djafar atas doa, dukungan, kasih sayang dan segala bentuk pengorbanan yang tiada henti tcurahkan sejak penulis kecil hingga saat ini, semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas setiap kebaikan dengan balasan yang berlipat ganda, di dunia maupun di akhirat.

Rasa cinta dan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada istri tercinta, teman hidup, dr. Emelda, serta ke dua buah hati kami Jasmine Adella Rona dan Nayla Arsyilla Maulidya atas kesabaran, keteguhan hati, cinta serta doa dan dukungan yang tiada henti sepanjang masa pendidikan ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada mertua H. Abdul Roni Lobay dan Hj. Holijah atas segala doa, dorongan, dukungan dan semangat yang senantiasa diberikan.

Rasa sayang dan terima kasih Kepada kakak dan adik yang selalu memberikan dukungan sepenuhnya dr. Rickky Kurniawan Sp.B FINACS. FICS, dr Maria Ulfa , Rio Rinaldo S.E, Renia Kurnia Amd.Keb,S.KM, dr.Siska Sarwana, Hariyanto SH, Amelia.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan pula kepada seluruh rekan sejawat peserta didik Sp-1 Ilmu Penyakit Dalam FK Unsri/RSMH Palembang, khususnya dr.Agus dan dr.Risfandi beserta angkatan Juli 2021, atas semangat, kebersamaan, serta dukungan yang sangat berarti sepanjang perjalanan pendidikan ini. Terima kasih atas kerja sama, masukan, dan persaudaraan yang begitu erat, yang tidak dapat penulis lupakan.

Kepada para peserta penelitian beserta keluarga, serta mba Nur Aisyah dan para perawat rawat jalan Poli Geriatri Terpadu di RSMH Palembang, penulis sampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas partisipasi dan kerja sama yang diberikan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pasien dan pengembangan ilmu di masa depan.

Tak lupa, penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan dan menyelesaikan karya tulis akhir ini. Semoga Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang memberikan balasan pahala yang berlipat ganda.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf apabila masih terdapat kekurangan dalam karya tulis ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Palembang, Agustus 2025

Penulis

Redho Afriando

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Hipotesis Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Manfaat Akademis	3
1.5.2 Manfaat Klinis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Usia Lanjut	4
2.1.1 Definisi dan Batasan Usia Lanjut.....	4
2.1.2 Teori Penuaan	4
2.1.3 Perubahan Fisiologi Pada Usia Lanjut	6
2.1.4 Perubahan Fisiologi Sistem Lokomotorik	7
2.2 Massa Otot, Kekuatan Otot, dan Performa Fisik	7
2.2.1 Massa Otot	8

2.2.2	Kekuatan Otot	8
2.2.3	Performa Fisik.....	10
2.3	Protein <i>Whey</i>	11
2.3.1	Kandungan Protein Utama dalam Protein <i>Whey</i>	11
2.3.2	Kandungan Protein <i>Whey</i> dalam Tubuh.....	14
2.3.3	Mekanisme Pembentukan Sintesis Protein Otot	16
2.3.4	Pengaruh Konsumsi Protein <i>Whey</i> terhadap Kekuatan Otot	18
2.4	Albumin.....	23
2.4.1	Definisi dan Struktur Albumin.....	23
2.4.2	Proses Pembentukan Albumin dalam Darah	24
2.4.3	Indikasi Pemberian Albumin	27
2.4.4	Albumin sebagai Anti Inflamasi	29
2.4.5	Peran Albumin pada Usia Lanjut	30
2.4.6	Peran Albumin pada Masa Otot.....	31
2.4.7	Peran Albumin pada Kekuatan Otot.....	32
2.4.8	Peran Albumin pada Performa Fisik	32
2.4.9	Peran Albumin dalam Insidensi Sarkopenia.....	33
2.5	Kerangka Teori	36
2.6	Kerangka Konsep.....	37
BAB III	METODE PENELITIAN	38
3.1	Desain Penelitian	38
3.2	Tempat Dan Waktu Penelitian.....	38
3.3	Populasi Dan Sampel Penelitian	38
3.3.1	Populasi penelitian	38
3.3.2	Sampel penelitian.....	38
3.3.3	Besar sampel penelitian.....	39
3.4	Teknik Pengambilan Sampel	39
3.5	Kriteria Pemilihan Sampel	40
3.5.1	Kriteria Inklusi	40
3.5.2	Kriteria Eksklusi	40

3.6	Variabel Penelitian.....	40
3.7	Definisi Operasional.....	41
3.8	Cara Kerja.....	44
3.8.1	Jenis Data, Borang, dan Alat Yang Digunakan pada Penelitian	44
3.8.2	Cara Kerja.....	45
3.9	Alur Penelitian.....	47
3.10	Pengolahan dan Analisis Data	48
3.10.1	Analisis Univariat.....	48
3.10.2	Analisis Bivariat.....	48
3.10.3	Analisis Multivariat.....	48
BAB IV	HASIL PENELITIAN	49
4.1	Karakteristik Umum Subjek Penelitian.....	49
4.2	Uji Normalitas Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam Tangan.....	51
4.3	Karakteristik Kadar Albumin Serum Subjek Penelitian	51
4.4	Karakteristik Kekuatan Genggam Tangan Subjek Penelitian	52
4.5	Perubahan Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam Tangan Subjek Penelitian	52
4.6	Hubungan antara Karakteristik Subjek dengan Perubahan Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam.....	53
4.7	Korelasi antara Perubahan Albumin dan Kekuatan Genggam Variabel Lain	54
4.8	Analisis Regresi Linear Berganda Faktor Prediktor Perubahan Albumin.....	55
4.9	Analisis Regresi Linear Berganda Faktor Prediktor Perubahan Kekuatan Genggam.....	56
BAB V	PEMBAHASAN	63
5.1	Karakteristik Umum Subjek Penelitian.....	63
5.2	Kadar Albumin Serum Subjek Penelitian	64
5.3	Kekuatan Genggam Tangan Subjek Penelitian	65

5.4	Hubungan antara Karakteristik Subjek dengan Perubahan Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam.....	65
5.5	Hubungan Suplementasi Bubuk Protein Whey terhadap Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam.....	66
5.6	Keterbatasan Penelitian.....	66
BAB VISIMPULAN DAN SARAN		68
6.1	Kesimpulan.....	68
6.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN		74

DAFTAR SINGKATAN

AA	: Asam Amino
ABCG	: <i>Adenosine Triphosphate Binding Cassette Subfamily G Member</i>
ADP	: <i>Adenosine Diphosphate</i>
AGE	: <i>Advanced Glycation End-Products</i>
AMP	: <i>Adenosine Monophosphate</i>
APRT	: <i>Adeninfosforibosiltransferase</i>
ASM	: <i>Appendicular Skeletal Muscle Mass</i>
ASMI	: <i>Appendicular Skeletal Muscle Mass Index</i>
ATP	: <i>Adenosine Triphosphate</i>
ATM	: <i>Ataxia-Teleangiectasia Mutated</i>
AWGS	: <i>Asian Working Group for Sarcopenia</i>
BCAA	: <i>Branch Chain Amino Acids</i>
BCRP	: <i>Breast-Cancer-Resistance Protein</i>
BIA	: <i>Bioelectrical Impedance Analysis</i>
BMI	: <i>Body Mass Index</i>
CDK1	: <i>Cyclin-Dependent Kinase Inhibitor</i>
CRP	: <i>C-reactive Protein</i>
DDR	: <i>DNA Damage Response</i>
DNA	: <i>Deoxyribonucleic Acid</i>
DXA	: <i>Dual-Energy X-Ray Absorptiometry</i>
EC	: <i>Excitation-Contraction</i>
EWGSOP	: <i>European Working Group on Sarcopenia in Older People</i>
FGF	: <i>Fibroblast Growth Factor</i>
GH	: <i>Growth Hormon</i>
GLIM	: <i>Global Leadership Initiative on Malnutrition</i>
GLUT	: <i>Glucose Transporter</i>
GMP	: <i>Guanosine Monophosphate</i>
GPAQ	: <i>Global Physical Activity Questionnaire</i>

HGF	: <i>Hepatocyte Growth Factor</i>
HGPRT	: <i>Hiposantin-Guanin Phosphoribosiltransferase</i>
HIV	: <i>Human Immunodeficiency Virus</i>
IL	: <i>Interleukin</i>
IMP	: <i>Inosine Monophosphate</i>
IUPAC	: <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
IWGS	: <i>Internasional Working Group Sarcopenia</i>
LDL	: <i>Low Density Lipoprotein</i>
MLCs	: <i>Myosin Light Chains</i>
MPB	: <i>Muscle Protein Breakdown</i>
MPS	: <i>Muscle Protein Syntesis</i>
MRI	: <i>Magnetic Resonance Imaging</i>
MRP	: <i>Multidrug Resistance Protein</i>
mTOR	: <i>Mammalian Target Of Rapamycin</i>
NF- $\kappa\beta$	: <i>Nuclear Factor kappa beta</i>
NHANES	: <i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
NK	: <i>Natural Killer</i>
NO	: <i>Nitric Oxide</i>
NOS	: <i>Nitric Oxide Synthase</i>
NPT	: <i>Natrium-phosphate Transporter</i>
OAT	: <i>Organic Anion Transporter</i>
PGC1	: <i>Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator</i>
PRPP	: <i>Phosphoribosyl-Pyrophosphate Synthetase</i>
RAAS	: <i>Renin Angiotensin Aldosterone System</i>
RAGE	: <i>Receptor Advanced Glycation End-Products</i>
RNS	: <i>Reactive Nitrogen Species</i>
RONs	: <i>Reactive Oxygen Nitrogen Species</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
RyR	: <i>Receptor Ryanodine</i>
SARC-F	: <i>Strength, Assistance in walking, Rise from a chair, Climb stairs, Falls</i>

SARM	: <i>Selective Androgen Receptor Modulator</i>
SASP	: <i>Senescence-Associated Secretory Phenotype</i>
SGLT	: <i>Sodium-Glucose Transporter</i>
SH	: <i>Sulfur Hydrogen</i>
SPPB	: <i>Short Physical Performance Battery</i>
TGF	: <i>Transforming Growth Factor</i>
TNF	: <i>Tumor Necrosis Factor</i>
TUG	: <i>Timed Up and Go</i>
WCHAT	: <i>West Cina Health and Aging Trend</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Produk protein <i>whey</i> dan komposisinya	11
Tabel 2.	Komponen utama protein <i>whey</i> beserta fungsinya	12
Tabel 3.	Profil asam amino dari <i>whey</i> susu sapi, dibandingkan sumber protein lainnya	13
Tabel 4.	Karakteristik biomarker beberapa protein.....	26
Tabel 5.	Definisi operasional penelitian	41
Tabel 6.	Karakteristik sosiodemografi subjek penelitian	48
Tabel 7.	Karakter klinis dan laboratorium subjek penelitian.....	49
Tabel 8.	Karakteristik Umum Subjek Penelitian	53
Tabel 9.	Uji Normalitas Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam Tangan.....	55
Tabel 10.	Distribusi Kekuatan Genggam Tangan Pre dan Post Suplementasi Protein <i>whey</i>	55
Tabel 11.	Perubahan Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam Tangan	56
Tabel 12.	Hubungan Karakteristik Subjek dengan Perubahan Kadar Albumin Serum dan Kekuatan Genggam	57
Tabel 13.	Korelasi antara Perubahan Albumin dan Kekuatan Genggam dengan Variabel Lain.....	58
Tabel 14.	Analisis Regresi Linear Berganda Faktor Prediktor Perubahan Albumin	59
Tabel 15.	Analisis Regresi Linear Berganda Faktor Prediktor Perubahan Kekuatan Genggam	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Perubahan fisiologi usia lanjut.....	7
Gambar 2.	Perubahan jaringan otot pada usia lanjut.....	9
Gambar 3.	Metabolisme protein <i>whey</i> mengikuti jalur metabolisme protein dalam tubuh	15
Gambar 4.	Skema pengaktifan protein kompleks dan proses pembentukan sintesis protein otot	16
Gambar 5.	Metabolisme protein <i>whey</i> , <i>resistance training</i> , dan insulin dalam menginduksi MPS	22
Gambar 6.	Struktur tiga dimensi kompleks human serum albumin	24
Gambar 7.	Fungsi hati.....	25
Gambar 8.	Sifat anti-inflamasi albumin	29
Gambar 9.	Kerangka teori.....	36
Gambar 10.	Kerangka konsep.....	37
Gambar 11.	Alur penelitian	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prevalensi usia lebih dari 60 tahun meningkat dibandingkan populasi kelompok umur lainnya. Data demografi dunia menunjukkan peningkatan populasi usia lanjut atau usia lebih dari 60 tahun meningkat tiga kali lipat dalam waktu 50 tahun, diperkirakan menjadi lebih dari 2 miliar jiwa pada tahun 2050.¹ Jumlah penduduk usia lanjut di Indonesia mencapai peringkat lima besar terbanyak di dunia, yakni 18,1 juta jiwa pada tahun 2010 dan akan meningkat dua kali lipat menjadi 36 juta jiwa pada tahun 2025.^{1,2} peningkatan populasi usia lanjut perlu menjadi rencana strategis perawatan untuk meningkatkan kapasitas fungsional dan kualitas hidup.³⁻⁵

Di Indonesia terdapat penelitian multisenter yang dilakukan oleh Setiati, *et al.* di 13 Rumah Sakit di Indonesia di dapatkan bahwa asupan protein rata – rata pasien rawat jalan lansia hanya sekitar $\pm 15,47$ gram.⁷ Angka ini berada di bawah angka kecukupan protein per hari yang di anjurkan Kementrian Kesehatan yaitu 62 gram untuk pria dan 56 gram untuk wanita. Kekurangan asupan protein tersebut berkaitan dengan peningkatan risiko jatuh, kerentanan untuk mengalami infeksi, komplikasi pasca operasi, munculnya ulkus dekubitus, penyembuhan luka yang buruk.^{8,9}

Salah satu masalah yang sering terjadi pada usia lanjut adalah malnutrisi, dimana terjadi suatu keadaan kekurangan, kelebihan, atau ketidak seimbangan protein, energi, dan zat gizi lain yang dapat menyebabkan perubahan komposisi tubuh. Pada Usia lanjut tubuh mengalami banyak kemunduran dalam beberapa aspek antara lain penurunan fungsi fisik, mental, gangguan metabolisme, dan komorbid penyakit kronis yang dialami pada penderita dengan usia lanjut sering berdampak pada gambaran klinis yang buruk.⁶

Salah satu marker biokimia yang menandai malnutrisi adalah penurunan kadar albumin dalam darah. Protein memainkan peranan penting dalam pembentukan massa otot, kekuatan, dan fungsional otot secara umum. Salah satu sumber protein terbaik

adalah *whey*. Protein *whey* diperoleh dengan teknologi filtrasi dan purifikasi dari cairan *whey* (hasil samping dari pembuatan keju) dan mengandung asam amino esensial lengkap, termasuk *branched chain amino acids* (BCAA), dan seluruh proteinnya cepat diserap oleh tubuh. Berbagai penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa protein *whey* memiliki potensi mencegah sarcopenia, konsumsi protein *whey* merupakan sebuah tren bagi atlet muda untuk pembentukan massa otot. Konsumsi protein *whey* terbukti memengaruhi massa otot lansia penderita sarkopenia secara positif. Protein *whey* mampu meningkatkan sintesis protein otot dan anabolisme otot lansia melalui jalur protein GATOR-2-Protein Regs-mTOR-4EBP1 dan S6K1. *Branched Chain Amino Acids* (BCAA) dalam protein *whey*, terutama leusin, merupakan kunci penting dalam pengaktifan mTOR dan sintesis protein otot. Bersama dengan latihan beban, protein *whey* menciptakan efek sinergis yang dapat meningkatkan kesehatan otot.⁵

Smith *et al.* (2020) menunjukkan bahwa suplementasi protein *whey* selama 2 minggu dapat meningkatkan kadar albumin serum dalam darah serta pada lansia dengan status gizi rendah. Tieland *et al.* (2012) meneliti efek suplementasi protein, terhadap massa otot dan kekuatan fisik pada lansia. Hasil menunjukkan bahwa suplementasi protein dapat meningkatkan massa otot dan kekuatan genggam tangan, serta memperbaiki kadar albumin pada lansia yang mengalami malnutrisi atau penurunan status gizi.

Berdasarkan latar belakang di atas penelitian ini diharapkan menjadi penelitian tentang pentingnya untuk mengetahui perubahan kadar albumin dan kekuatan genggam tangan paska pemberian suplementasi protein *whey* pada pasien usia lanjut di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perubahan kadar albumin serum dan kekuatan genggam tangan paska pemberian suplementasi bubuk protein *whey* pada pasien di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang?

1.3 Hipotesis Penelitian

Terdapat korelasi positif pemberian suplementasi bubuk protein *whey* terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien usia lanjut di RS dr. Mohammad Hoesin Palembang.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Mengetahui Pengaruh suplementasi bubuk protein *whey* terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengukur Pengaruh suplementasi bubuk protein *whey* terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang
2. Menganalisa Pengaruh suplementasi bubuk protein *whey* terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Akademis

1. Memberikan sumbangan data dan pengetahuan mengenai pengaruh suplementasi bubuk protein *whey* terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang
2. Hasil pengukuran pengaruh suplementasi bubuk protein *whey* terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien usia lanjut dapat menjadi penelitian pendahuluan bagi penelitian lanjutan di tempat lainnya.

1.5.2. Manfaat Klinis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman bahwa suplementasi bubuk protein *whey* berpengaruh terhadap kadar albumin dan kekuatan genggam tangan pada pasien di Poli Geriatri RS dr. Mohammad Hoesin Palembang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ali S, Garcia JM. Sarcopenia, cachexia and aging: Diagnosis, mechanisms and therapeutic options - A mini-review. *Gerontology* [Internet]. 2014 [cited 2025 Jul 20];60(4):294–305. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24731978/>
2. Ashton-Miller JA. Biomechanics of Mobility. *Hazzard's Geriatric Medicine and Gerontology*. 7th edition. [Internet]. McGraw Hill Medical. p. 2017. Available from: <https://accessmedicine.mhmedical.com/Content.aspx?bookid=1923§ionid=144562012>
3. Atherton P, Wilkinson D, Smith K. Feeding Modulation of Amino Acid Utilization. In: *The Molecular Nutrition of Amino Acids and Proteins: A Volume in the Molecular Nutrition Series*. Elsevier; 2016.
4. BAPPENAS. Penduduk Berkualitas Menuju Indonesia Emas. *Kebijakan Kependudukan Indonesia 2020-2050*. Kementerian Perenc Pembang Nasional. 2023;
5. Barbiera A, Pelosi L, Sica G, Scicchitano BM. Nutrition and microRNAs: Novel insights to fight sarcopenia. *Antioxidants* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2025 Jul 20];9(10):1–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33023202/>
6. Brown JC, Harhay MO, Harhay MN. Sarcopenia and mortality among a population-based sample of community-dwelling older adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2025 Jul 20];7(3):290–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27239410/>
7. Rizka A, Dwimartutie N, Julia V, Harimurti K, Dewiasty E, Laksmi PW, *et al*. Konsensus Nasional Diagnosis, Pencegahan dan Tata Laksana Sarkopenia di Indonesia 2023 [Internet]. *Perkumpulan Informasi dan Penerbitan Interna (PIP Interna)*; 2023 [cited 2025 Jul 20]. Available from: <https://scholar.ui.ac.id/en/publications/konsensus-nasional-diagnosis-pencegahan-dan-tata-laksana-sarkopen>
8. Chen X, Ji Y, Liu R, Zhu X, Wang K, Yang X, *et al*. Mitochondrial dysfunction: roles in skeletal muscle atrophy. *J Transl Med* 2023 211 [Internet]. 2023 Jul 26

- [cited 2025 Jul 20];21(1):1–24. Available from: <https://translational-medicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12967-023-04369-z>
9. Djaputra EM. SARCOPENIA IN THE ELDERLY: PATHOGENESIS, DIAGNOSIS AND TREATMENT. J WIDYA Med [Internet]. 2022 Apr 26 [cited 2025 Jul 20];8(1):1–18. Available from: <https://journal.ukwms.ac.id/index.php/JWM/article/view/3551>
 10. Rubio-Ruiz ME, Guarner-Lans V, Pérez-Torres I, Soto ME. Mechanisms underlying metabolic syndrome-related sarcopenia and possible therapeutic measures. Int J Mol Sci [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2025 Jul 20];20(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30717377/>
 11. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, *et al.* Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2025 Jul 20];48(1):16–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30312372/>
 12. Wowor R, Wantania F. Masalah Kesehatan pada Lansia: Sindroma Frailty. J BiomedikJBM [Internet]. 2020 Jul 12 [cited 2025 Jul 20];12(2):83. Available from: https://www.researchgate.net/publication/359521613_Masalah_Kesehatan_pada_Lansia_Sindroma_Frailty
 13. Indonesia KK. Indonesia Masuki Periode Aging Population [Internet]. [cited 2025 Jul 20]. Available from: <https://kemkes.go.id/id/indonesia-masuki-periode-aging-population>
 14. Keller K. Sarcopenia. Wiener Medizinische Wochenschrift [Internet]. 2019 May 1 [cited 2025 Jul 20];169(7–8):157–72. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10354-018-0618-2>
 15. Nazri NSM, Vanoh D, Soo KL. Natural Food for Sarcopenia: A Narrative Review. Malaysian J Med Sci, MJMS. [Internet]. 2022 Aug [cited 2025 Jul 20];29(4):28–42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36101538>
 16. Cho MR, Lee S, Song SK. A Review of Sarcopenia Pathophysiology, Diagnosis, Treatment and Future Direction. J Korean Med Sci [Internet]. 2022 [cited 2025 Jul

- 20];37(18). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35535373/>
17. Tournadre A, Vial G, Capel F, Soubrier M, Boirie Y. Sarcopenia. *Jt Bone Spine* [Internet]. 2019 May 1 [cited 2025 Jul 20];86(3):309–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30098424/>
 18. Gupta S, Dhillon RJS, Hasni S. Sarcopenia: A Rheumatic Disease? *Rheum Dis Clin North Am* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2025 Jul 20];44(3):393–404. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30001782/>
 19. The Encyclopedia of Aging. *Encycl Aging*. 2001;
 20. Liu X, Chen X, Hu F, Xia X, Hou L, Zhang G, *et al*. Higher uric acid serum levels are associated with sarcopenia in west China: a cross-sectional study. *BMC Geriatr* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2025 Jul 20];22(1):1–9. Available from: <https://bmgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-022-02817-x>
 21. Wiedmer P, Jung T, Castro JP, Pomatto LCD, Sun PY, Davies KJA, *et al*. Sarcopenia – Molecular mechanisms and open questions. *Ageing Res Rev* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2025 Jul 20];65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33130247/>
 22. Sieber CC. Virtual Clinical Nutrition University: Nutrition in the elderly, pathophysiology - sarcopenia. *e-SPEN* [Internet]. 2009 Apr 1 [cited 2025 Jul 20];4(2):e77–80. Available from: <https://www.clinicalnutritionespen.com/action/showFullText?pii=S1751499108000978>
 23. Uemura K, Doi T, Lee S, Shimada H. Sarcopenia and Low Serum Albumin Level Synergistically Increase the Risk of Incident Disability in Older Adults. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2025 Jul 20];20(1):90–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30056011/>
 24. Nishikawa H, Fukunishi S, Asai A, Yokohama K, Nishiguchi S, Higuchi K. Pathophysiology and mechanisms of primary sarcopenia (Review). *Int J Mol Med* [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2025 Jul 20];48(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34184088/>
 25. Rogeri PS, Zanella R, Martins GL, Garcia MDA, Leite G, Lugaresi R, *et al*.

- Strategies to prevent sarcopenia in the aging process: Role of protein intake and exercise. *Nutrients* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2025 Jul 20];14(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35010928/>
26. Cermak NM, Res PT, De Groot LCPGM, Saris WHM, Van Loon LJC. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: A meta-analysis. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2012 Dec 1 [cited 2025 Jul 20];96(6):1454–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23134885/>
 27. Moore DR, Churchward-Venne TA, Witard O, Breen L, Burd NA, Tipton KD, *et al.* Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2025 Jul 20];70(1):57–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25056502/>
 28. Li ML, Zhang F, Luo HY, Quan ZW, Wang YF, Huang LT, *et al.* Improving sarcopenia in older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of protein whey supplementation with or without resistance training. *J Nutr Heal Aging* [Internet]. 2024 Apr 1 [cited 2025 Jul 20];28(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38350303/>
 29. Morton RW, Murphy KT, Mckellar SR, Schoenfeld BJ, Henselmans M, Helms E, *et al.* A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2025 Jul 20];52(6):376–84. Available from: <https://bjsm.bmj.com/content/52/6/376>
 30. Cuyul-Vásquez I, Pezo-Navarrete J, Vargas-Arriagada C, Ortega-Díaz C, Sepúlveda-Loyola W, Hirabara SM, *et al.* Effectiveness of Protein whey Supplementation during Resistance Exercise Training on Skeletal Muscle Mass and Strength in Older People with Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2025 Jul 20];15(15):3424. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10421506/>
 31. Martínez-Arnau FM, Fonfría-Vivas R, Buigues C, Castillo Y, Molina P, Hoogland

- AJ, *et al.* Effects of leucine administration in sarcopenia: A randomized and placebo-controlled clinical trial. *Nutrients* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2025 Jul 20];12(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32230954/>
32. Mijnaerends DM, Meijers JMM, Halfens RJG, Ter Borg S, Luiking YC, Verlaan S, *et al.* Validity and Reliability of Tools to Measure Muscle Mass, Strength, and Physical Performance in Community-Dwelling Older People: A Systematic Review. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2013 [cited 2025 Jul 20];14(3):170–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23276432/>
 33. Stoodley IL, Berthon BS, Scott HA, Williams EJ, Baines PJ, Knox H, *et al.* Protein Intake and Physical Activity Levels as Determinants of Sarcopenia Risk in Community-Dwelling Older Adults. *Nutrients* [Internet]. 2024 May 2 [cited 2025 Jul 20];16(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38732628/>
 34. Keller U. Nutritional Laboratory Markers in Malnutrition. *J Clin Med* [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2025 Jul 20];8(6):775. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6616535/>
 35. Sarwar S, Sherman RA. How Well Does Serum Albumin Correlate With Dietary Protein Intake in Dialysis Patients? *Kidney Int Reports* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2025 Jul 20];2(1):90. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5678603/>
 36. Fukuda Y, Ochi M, Kanazawa R, Nakajima H, Fukuo K, Nakai M. Positive Correlation Between Changes in Serum Albumin Levels and Breakfast Non-Protein Calorie/Nitrogen Ratio in Geriatric Patients. *J Clin Med Res* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 20];15(2):109. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9990721/>
 37. Chapman I, Oberoi A, Giezenaar C, Soenen S. Rational Use of Protein Supplements in the Elderly—Relevance of Gastrointestinal Mechanisms. *Nutrients* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2025 Jul 20];13(4):1227. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8068133/>
 38. Oberoi A, Giezenaar C, Clames A, Bøhler K, Lange K, Horowitz M, *et al.* Protein whey drink ingestion before breakfast suppressed energy intake at breakfast and

- lunch, but not during dinner, and was less suppressed in healthy older than younger men. *Nutrients* [Internet]. 2020 Nov 1 [cited 2025 Jul 20];12(11):1–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33138061/>
39. Rondanelli M, Klersy C, Terracol G, Talluri J, Maugeri R, Guido D, *et al.* Protein whey, amino acids, and Vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2025 Jul 20];103(3):830–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26864356/>
 40. Kamińska MS, Rachubińska K, Grochans S, Skonieczna-Żydecka K, Cybulska AM, Grochans E, *et al.* The Impact of Protein whey Supplementation on Sarcopenia Progression among the Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* [Internet]. 2023 May 1 [cited 2025 Jul 20];15(9):2039. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10180973/>
 41. Lee SY. Handgrip Strength: An Irreplaceable Indicator of Muscle Function. *Ann Rehabil Med* [Internet]. 2021 [cited 2025 Jul 20];45(3):167. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8273729/>
 42. Abad-González ÁL, Veses S, Argente Pla M, Civera M, García-Malpartida K, Sánchez C, *et al.* Medical Nutrition Therapy and Physical Exercise for Acute and Chronic Hyperglycemic Patients with Sarcopenia. *Nutr* 2025, Vol 17, Page 499 [Internet]. 2025 Jan 29 [cited 2025 Jul 20];17(3):499. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6643/17/3/499/htm>
 43. Josse AR, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in *overweight* and *obese* premenopausal women. *J Nutr* [Internet]. 2011 Sep 1 [cited 2025 Jul 20];141(9):1626–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21775530/>
 44. Luparelli A, Trisciuzzi D, Schirinzi WM, Caputo L, Smiriglia L, Quintieri L, *et al.* Protein wheys and Bioactive Peptides: Advances in Production, Selection and Bioactivity Profiling. *Biomedicines* [Internet]. 2025 Jun 1 [cited 2025 Jul

- 20];13(6):1311. Available from:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12189710/>
45. Arentson-Lantz EJ, Kilroe S. Practical applications of protein whey in supporting skeletal muscle maintenance, recovery, and reconditioning. *J Anim Sci* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2025 Jul 20];99(4):skab060. Available from:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8075117/>
 46. Kim JE, O'Connor LE, Sands LP, Slebodnik MB, Campbell WW. Effects of dietary protein intake on body composition changes after weight loss in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2025 Jul 20];74(3):210–24. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26883880/>
 47. Beasley JM, Lacroix AZ, Neuhouser ML, Huang Y, Tinker L, Woods N, *et al.* Protein Intake and Incident Frailty in the Women's Health Initiative Observational Study. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 2010 Jun 1 [cited 2025 Jul 20];58(6):1063–71. Available from: [/doi/pdf/10.1111/j.1532-5415.2010.02866.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.02866.x)
 48. Patel S. Emerging trends in nutraceutical applications of protein whey and its derivatives. *J Food Sci Technol* [Internet]. 2015 Nov 1 [cited 2025 Jul 20];52(11):6847. Available from:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4744604/>
 49. Camargo L da R, Doneda D, Oliveira VR. Protein whey ingestion in elderly diet and the association with physical, performance and clinical outcomes. *Exp Gerontol* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2025 Jul 20];137. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32289487/>
 50. Englund DA, Kirn DR, Koochek A, Zhu H, Trivison TG, Reid KF, *et al.* Nutritional supplementation with physical activity improves muscle composition in mobility-limited older adults, the VIVE2 study: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2025 Jul 20];73(1):95–101. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28977347/>
 51. Liao Y, Peng Z, Chen L, Zhang Y, Cheng Q, Nüssler AK, *et al.* Prospective Views

for Protein whey and/or Resistance Training Against Age-related Sarcopenia. *Aging Dis* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2025 Jul 20];10(1):157. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6345331/>

