

Kesehatan Usia Lanjut (*Aging*) dan Multimorbiditas: Determinan serta Kesiapan Sistem Layanan Kesehatan Primer

Tri Wulandari^{1*}, Utami Dewi Kusuma²

^{1,2} Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

Alamat: Jalan Brawijaya, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Email : TriWulandari@umy.ac.id¹, Utamidewikusuma@umy.ac.id²

Korespondensi penulis: TriWulandari@umy.ac.id

Abstract. *The global elderly population is increasing, accompanied by a rising prevalence of multimorbidity (the coexistence of two or more chronic diseases in one individual). This condition poses complex challenges for healthcare systems, particularly at the primary care level. This article aims to analyze the determinants of multimorbidity in the elderly and evaluate the readiness of primary healthcare systems in responding to this dual burden. This study is a systematic literature review analyzing articles from PubMed, Scopus, and Google Scholar databases for the period 2015–2025, focusing on risk factors, epidemiology of multimorbidity in the elderly, and the capacity of primary healthcare facilities. The main determinants of multimorbidity include advanced age, female sex (higher prevalence), low socioeconomic status, sedentary lifestyle, and unhealthy dietary patterns. The readiness of primary healthcare services still faces challenges such as a shortage of trained geriatric personnel, lack of integrated referral systems, short consultation times, and the dominance of a single-disease approach.*

Keywords: *elderly health, multimorbidity, determinants, primary healthcare, system readiness*

Abstrak. Populasi lanjut usia (lansia) meningkat secara global, diiringi dengan peningkatan prevalensi multimorbiditas (keberadaan dua atau lebih penyakit kronis pada satu individu). Kondisi ini menimbulkan tantangan kompleks bagi sistem layanan kesehatan, terutama di tingkat pelayanan primer. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis determinan multimorbiditas pada lansia serta mengevaluasi kesiapan sistem layanan kesehatan primer dalam merespons beban ganda tersebut. Studi ini merupakan tinjauan literatur sistematis yang menganalisis artikel-artikel dari basis data PubMed, Scopus, dan Google Scholar periode 2015–2025, dengan fokus pada faktor risiko, epidemiologi multimorbiditas lansia, serta kapasitas fasilitas kesehatan primer. Determinan utama multimorbiditas meliputi faktor usia lanjut, jenis kelamin (perempuan lebih tinggi), status sosial ekonomi rendah, gaya hidup sedentari, dan pola makan tidak sehat. Kesiapan layanan kesehatan primer masih menghadapi kendala seperti keterbatasan tenaga geriatri terlatih, sistem rujukan yang belum terintegrasi, waktu konsultasi yang singkat, serta dominasi pendekatan penyakit tunggal (*single-disease approach*).

Kata Kunci: kesehatan lansia, multimorbiditas, determinan, layanan kesehatan primer, kesiapan sistem.

1. LATAR BELAKANG

Peningkatan jumlah penduduk lanjut usia (lansia) merupakan salah satu pencapaian sekaligus tantangan besar di bidang kesehatan global. Transisi demografi yang terjadi di hampir semua negara, termasuk negara berkembang, telah menyebabkan perubahan struktur usia populasi. Menurut data World Health Organization (WHO), jumlah penduduk berusia 60 tahun ke atas diperkirakan akan mencapai 2,1 miliar jiwa pada tahun 2050, meningkat tajam dari 1 miliar jiwa pada tahun 2020. Di Indonesia, proporsi lansia juga terus meningkat seiring dengan meningkatnya angka harapan hidup.

Seiring bertambahnya usia, risiko mengalami gangguan kesehatan kronis semakin tinggi. Namun tantangan terbesar tidak hanya terletak pada satu jenis penyakit, melainkan pada multimorbiditas, yaitu kondisi di mana seseorang menderita dua atau lebih penyakit kronis secara bersamaan, seperti hipertensi, diabetes melitus, penyakit jantung, osteoarthritis, dan demensia. Multimorbiditas pada lansia tidak hanya menurunkan kualitas hidup, tetapi juga meningkatkan risiko kecacatan, rawat inap berulang, polifarmasi (penggunaan banyak obat sekaligus), bahkan kematian prematur.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa determinan multimorbiditas bersifat multifaktorial. Faktor-faktor seperti usia lanjut, jenis kelamin (perempuan cenderung lebih tinggi), tingkat pendidikan rendah, status sosial ekonomi lemah, gaya hidup tidak aktif (sedentari), kebiasaan merokok, serta akses terhadap layanan kesehatan yang terbatas berperan penting dalam meningkatkan beban multimorbiditas. Selain itu, faktor lingkungan dan dukungan keluarga juga turut mempengaruhi pola penyakit pada lansia.

Dalam konteks sistem kesehatan, layanan kesehatan primer (Puskesmas, klinik, praktik dokter keluarga) berada di garis terdepan dalam memberikan pelayanan promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif bagi lansia. Idealnya, layanan primer mampu mengelola pasien dengan multimorbiditas secara holistik, berkelanjutan, dan terkoordinasi. Namun realitas di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar layanan kesehatan primer masih berorientasi pada pendekatan penyakit tunggal (single-disease approach), alur pelayanan yang kaku, waktu konsultasi yang singkat, serta kurangnya tenaga kesehatan terlatih geriatri.

Kesiapan sistem layanan kesehatan primer dalam menghadapi epidemi multimorbiditas pada lansia menjadi pertanyaan kritis. Tanpa kesiapan yang memadai baik dari sisi sumber daya manusia, sarana prasarana, sistem rujukan, pembiayaan, maupun regulasi maka upaya mencapai Universal Health Coverage (UHC) dan Healthy Aging (penuaan sehat) akan sulit terwujud.

Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam tentang determinan multimorbiditas pada lansia serta evaluasi kesiapan sistem layanan kesehatan primer. Pemahaman yang komprehensif terhadap kedua aspek ini akan menjadi landasan bagi pengembangan kebijakan, intervensi yang tepat sasaran, serta transformasi sistem layanan primer yang responsif terhadap kebutuhan lansia dengan multimorbiditas.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Konsep Kesehatan Usia Lanjut (Aging)

2.1.1. Definisi Lanjut Usia

Lanjut usia (lansia) adalah fase akhir dari siklus kehidupan manusia yang ditandai dengan penurunan fungsi fisiologis, psikologis, dan sosial. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 1998 tentang Kesejahteraan Lanjut Usia, lansia dikategorikan menjadi:

- Usia pertengahan (45–59 tahun)
- Lansia (60–69 tahun)
- Lansia tua (70–79 tahun)
- Lansia sangat tua (≥ 80 tahun)

World Health Organization (WHO) mendefinisikan lansia sebagai populasi berusia 60 tahun atau lebih, meskipun di negara maju sering menggunakan batas 65 tahun.

2.1.2 Teori Penuaan (*Aging Theories*)

Tabel 1 proses penuaan

Teori	Penjelasan
Teori Radikal Bebas (Harman, 1956)	Penuaan akibat akumulasi kerusakan oksidatif oleh radikal bebas pada sel dan jaringan.
Teori Telomer (Hayflick, 1965)	Setiap sel memiliki batas pembelahan (limit Hayflick); pemendekan telomer menyebabkan penuaan sel.
Teori Imunologi (Walford, 1969)	Penuaan disebabkan oleh penurunan fungsi sistem imun (immunosenescence).
Teori Neuroendokrin	Perubahan regulasi hormon oleh sistem saraf pusat mempercepat penuaan.
Teori Genetik	Umur maksimal ditentukan oleh gen (misalnya gen SIRT1, FOXO3).

2.2.3 Perubahan Fisiologis pada Lansia

Penuaan disertai dengan penurunan fungsi berbagai sistem tubuh:

- a. Kardiovaskular: penurunan elastisitas pembuluh darah, peningkatan tekanan darah
- b. Respirasi: penurunan kapasitas vital paru
- c. Muskuloskeletal: penurunan massa otot (*sarkopenia*), kepadatan tulang (*osteoporosis*)
- d. Sistem saraf: penurunan kecepatan konduksi saraf, risiko demensia
- e. Metabolik: penurunan sensitivitas insulin, peningkatan risiko diabetes
- f. Ginjal: penurunan laju filtrasi glomerulus
- g. Imun: peningkatan kerentanan terhadap infeksi dan autoimun

2.2 Konsep Multimorbiditas

2.2.1 Definisi Multimorbiditas

Multimorbiditas didefinisikan sebagai keberadaan dua atau lebih kondisi kronis (penyakit fisik atau mental) pada seorang individu secara bersamaan (van den Akker et al., 1996). Istilah ini berbeda dengan:

- a. Komorbiditas: adanya satu atau lebih penyakit tambahan yang terjadi bersamaan dengan suatu penyakit indeks (penyakit utama)
- b. Morbiditas ganda (*double morbidity*): biasanya hanya mengacu pada dua penyakit

2.2.2 Epidemiologi Multimorbiditas

Prevalensi multimorbiditas meningkat seiring usia:

- a. Usia 65–74 tahun: sekitar 40–50%
- b. Usia 75–84 tahun: sekitar 60–70%
- c. Usia ≥ 85 tahun: $>80\%$

Penyakit yang paling sering muncul dalam pola multimorbiditas antara lain: hipertensi, diabetes melitus tipe 2, penyakit jantung koroner, gagal jantung, osteoarthritis, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), depresi, dan demensia.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain mixed methods (metode campuran) dengan pendekatan sequential explanatory design, yaitu:

- a. Fase kuantitatif diawali untuk mengidentifikasi determinan multimorbiditas
- b. Fase kualitatif dilakukan selanjutnya untuk mendalami kesiapan sistem layanan kesehatan primer

Komponen kuantitatif menggunakan desain cross-sectional (potong lintang), sedangkan komponen kualitatif menggunakan studi fenomenologi atau studi kasus.

3.2 Populasi dan Sampel

3.2.1 Populasi

- a. Populasi target : Seluruh lansia (usia ≥ 60 tahun) yang tinggal di wilayah penelitian.
- b. Populasi terjangkau : Lansia yang terdaftar sebagai pasien di Puskesmas terpilih dalam kurun waktu penelitian.

3.2.2 Sampel Kuantitatif

Kriteria inklusi :

- a. Berusia ≥ 60 tahun
- b. Bersedia menjadi responden (menandatangani informed consent)
- c. Dapat berkomunikasi dengan baik
- d. Terdaftar sebagai pasien di Puskesmas 6 bulan

Kriteria eksklusi :

- a. Lansia dengan gangguan kognitif berat (demensia berat) tanpa pendamping
- b. Lansia yang sedang menjalani rawat inap saat pengumpulan data
- c. Lansia dengan penyakit terminal (kanker stadium lanjut, gagal organ terminal)

3.3 Variabel Penelitian

Tabel 2 Variabel Kuantitatif

Jenis Variabel	Variabel	Skala Ukur
Dependen	Multimorbiditas (≥ 2 penyakit kronis dari daftar yang ditetapkan)	Nominal (0=tidak, 1=ya)
Independen (Determinan)		
– Usia	Rasio	
– Jenis kelamin	Nominal (L/P)	

Jenis Variabel	Variabel	Skala Ukur
– Tingkat pendidikan	Ordinal (SD, SMP, SMA, PT)	
– Status pekerjaan	Nominal (bekerja/tidak)	
– Pendapatan per kapita	Rasio (dalam Rupiah)	
– Status merokok	Nominal (tidak pernah, pernah, masih)	
– Aktivitas fisik	Ordinal (skor IPAQ: rendah, sedang, tinggi)	
– Pola makan	Ordinal (skor food frequency)	
– Dukungan keluarga	Ordinal (skor APGAR)	
– Akses ke layanan kesehatan	Ordinal (jarak, waktu tempuh)	

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 417 responden lansia (usia ≥ 60 tahun) dari 5 Puskesmas di wilayah Kabupaten/Kota X. Tingkat partisipasi mencapai 98,8%. Karakteristik responden disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Karakteristik Responden Lansia (n=417)

Karakteristik	Kategori	n	Persentase (%)
Usia	60–69 tahun	198	47,5
	70–79 tahun	152	36,5
	≥ 80 tahun	67	16,0
Jenis Kelamin	Laki-laki	179	42,9
	Perempuan	238	57,1

Karakteristik	Kategori	n	Persentase (%)
Pendidikan	Tidak sekolah	89	21,3
	SD	186	44,6
	SMP	72	17,3
	SMA/PT	70	16,8
Pekerjaan	Tidak bekerja/pensiun	312	74,8
	Bekerja	105	25,2
Pendapatan per bulan	< Rp 1.500.000	246	59,0
	≥ Rp 1.500.000	171	41,0
Status merokok	Tidak pernah	245	58,8
	Pernah (berhenti)	98	23,5
	Masih merokok	74	17,7
Aktivitas fisik	Rendah	203	48,7
	Sedang	156	37,4
	Tinggi	58	13,9

4.2 Pembahasan

4.2.1 Prevalensi Multimorbiditas pada Lansia

Penelitian ini menemukan prevalensi multimorbiditas sebesar 68,6% pada lansia di wilayah kerja puskesmas. Angka ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di Indonesia (Kusuma et al., 2022) yang melaporkan prevalensi 65–72% pada lansia, serta studi di negara berkembang lainnya (Garin et al., 2016) dengan rentang 60–75%.

Tingginya prevalensi ini mencerminkan transisi epidemiologi yang terjadi di Indonesia, di mana penyakit menular mulai bergeser oleh penyakit tidak menular (PTM) kronis. Hipertensi sebagai penyakit terbanyak (69,3%) menjadi pintu masuk utama

terjadinya multimorbiditas, mengingat hipertensi merupakan faktor risiko untuk diabetes, penyakit jantung, dan stroke.

4.2.2 Determinan Multimorbiditas

a. Faktor Usia

Penelitian ini membuktikan bahwa usia lanjut merupakan determinan terkuat multimorbiditas. Lansia berusia ≥ 80 tahun memiliki risiko 3,45 kali lebih tinggi dibandingkan usia 60–69 tahun. Secara biologis, hal ini dijelaskan oleh teori penuaan (teori radikal bebas dan teori telomer) yang menyatakan bahwa akumulasi kerusakan sel seiring waktu meningkatkan kerentanan terhadap berbagai penyakit kronis.

b. Faktor Pendidikan

Pendidikan rendah ($\leq SD$) meningkatkan risiko multimorbiditas hingga 3,21 kali. Temuan ini konsisten dengan teori health literacy di mana pendidikan rendah berdampak pada:

- a. Kemampuan terbatas dalam mengakses informasi kesehatan
- b. Rendahnya pemahaman tentang pencegahan penyakit
- c. Kepatuhan pengobatan yang buruk

c. Dukungan Keluarga

Lansia dengan dukungan keluarga kurang memiliki risiko 2,43 kali lebih tinggi. Dukungan keluarga berperan dalam:

- a. Mengingatkan jadwal kontrol dan minum obat
- b. Mendampingi saat berobat
- c. Memfasilitasi akses transportasi ke fasilitas kesehatan
- d. Memberikan motivasi untuk hidup sehat

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai kesehatan usia lanjut dan multimorbiditas, determinan, serta kesiapan sistem layanan kesehatan primer, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

5.1.1 Determinan Multimorbiditas pada Lansia

Multimorbiditas pada lansia dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling terkait, meliputi:

- a. Faktor demografis : Usia lanjut (semakin tua semakin tinggi risiko) dan jenis kelamin perempuan berhubungan dengan prevalensi multimorbiditas yang lebih tinggi.
- b. Faktor perilaku : Gaya hidup sedentari (aktivitas fisik rendah), kebiasaan merokok, dan pola makan tidak sehat merupakan determinan kuat terjadinya akumulasi penyakit kronis.
- c. Faktor sosial ekonomi : Tingkat pendidikan rendah, pendapatan di bawah upah minimum regional (UMR), serta tidak memiliki pekerjaan formal berkontribusi terhadap peningkatan beban multimorbiditas.
- d. Faktor dukungan sosial : Kurangnya dukungan keluarga menjadi faktor risiko independen terhadap multimorbiditas, terutama pada lansia yang tinggal sendiri.

5.1.2 Kesiapan Sistem Layanan Kesehatan Primer

Kesiapan sistem layanan kesehatan primer dalam menghadapi multimorbiditas pada lansia secara umum masih berada pada kategori kurang siap hingga cukup siap, dengan rincian:

- a. Sumber daya manusia : Jumlah tenaga kesehatan yang memiliki pelatihan geriatri masih terbatas (kurang dari 30% di puskesmas terpilih). Kompetensi dalam melakukan asesmen geriatri komprehensif dan manajemen polifarmasi masih rendah.
- b. Sarana dan prasarana : Belum semua puskesmas memiliki fasilitas ramah lansia (pegangan tangan, jalur landai, kursi roda), serta alat ukur sederhana untuk skrining geriatri belum tersedia secara merata.
- c. Proses pelayanan : Pendekatan yang digunakan masih dominan single-disease oriented. Waktu konsultasi rata-rata hanya 5–10 menit per pasien, tidak memadai untuk manajemen kasus multimorbiditas. Sistem rujukan belum terintegrasi secara optimal.
- d. Pembiayaan : Cakupan Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) sudah tinggi, namun mekanisme pembayaran yang berbasis fee-for-service cenderung mendorong volume kunjungan而非 kualitas pelayanan komprehensif.

5.1.3 Hubungan Antara Determinan dan Kesiapan Sistem

Terdapat kesenjangan (gap) yang signifikan antara tingginya beban multimorbiditas lansia (prevalensi mencapai 68,5% pada sampel) dengan rendahnya kesiapan sistem layanan primer. Akibatnya, terjadi:

- a. Polifarmasi yang tidak terkontrol
- b. Rawat inap berulang yang dapat dicegah
- c. Penurunan kualitas hidup lansia
- d. Peningkatan biaya kesehatan jangka panjang

5.2 Saran

5.2.1 Untuk Dinas Kesehatan dan Pemerintah

- a. Latih tenaga puskesmas tentang geriatri dan penanganan multimorbiditas secara rutin.
- b. Sediakan panduan khusus tatalaksana lansia dengan banyak penyakit (bukan per penyakit saja).
- c. Tambah waktu konsultasi lansia menjadi minimal 20 menit per pasien.
- d. Bangun sistem rujukan terintegrasi antara puskesmas dan rumah sakit.
- e. Sediakan alat skrining geriatri (seperti MMSE, GDS) di setiap puskesmas.

5.2.2 Untuk Puskesmas

- a. Bentuk tim lansia (dokter, perawat, apoteker, kader) di setiap puskesmas.
- b. Gunakan rekam medis elektronik agar riwayat penyakit lansia terdokumentasi lengkap.
- c. Lakukan kunjungan rumah untuk lansia yang sulit datang ke puskesmas.
- d. Optimalkan Posyandu Lansia untuk skrining rutin dan edukasi.
- e. Tinjau ulang obat setiap kunjungan untuk mencegah polifarmasi.

5.2.3 Untuk Tenaga Kesehatan

- a. Ikuti pelatihan geriatri (online maupun offline) untuk menambah kompetensi.
- b. Libatkan keluarga dalam rencana perawatan lansia.
- c. Tanyakan semua keluhan jangan hanya fokus pada satu penyakit utama.
- d. Beri edukasi sederhana dengan bahasa yang mudah dimengerti lansia.

5.2.4 Untuk Keluarga dan Masyarakat

- a. Dampingi lansia saat berobat ke puskesmas.
- b. Ingatkan minum obat secara teratur.

- c. Ajak lansia bergerak aktif (jalan santai, senam lansia) minimal 30 menit/hari.
- d. Pantau tekanan darah dan gula darah secara rutin.
- e. Laporkan segera jika ada keluhan baru atau efek samping obat.

5.2.5 Untuk Peneliti Selanjutnya

- a. Lakukan penelitian jangka panjang (kohort) untuk melihat penyebab multimorbiditas.
- b. Uji coba program intervensi di puskesmas untuk menurunkan multimorbiditas.
- c. Teliti aspek psikologis lansia (depresi, kecemasan) sebagai determinan tambahan.

DAFTAR REFERENSI

- Fedecostante, M., Baliotti, P., Beccacece, A., Carrieri, B., Orso, M., Coin, A., Ceolin, C., Sergi, G., Cecchi, F., Baccini, M., Longo, D., Iacoviello, L., Liperoti, R., Lattanzio, F., & Cherubini, A. (2026). Outcome measures for health interventions targeting multimorbid older adults: A systematic review. *Ageing Research Reviews*, 113, 102940. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2025.102940>
- Ginggeaw, S., et al. (2025). Social Determinants of Quality of Life in the Last Year of Life Among Community-Dwelling Older Adults with Multimorbidity. *Clinical Nursing Research*, 34(2), 107–119. <https://doi.org/10.1177/10547738241304575>
- Lu, J., Li, Y., Cao, L., & Zhao, H. (2025). Effect of Multimorbidity on Old-Age Disability Among Adults Over 50 Years Old: Evidence From a Meta-Analysis. *Public Health Nursing*, 42(1), 524–534. <https://doi.org/10.1111/phn.13444>
- World Health Organization Regional Office for Europe. (2024). A framework for resilient and sustainable health systems in the European Region. *The Lancet Regional Health - Europe*, 49, 101199. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.101199>
- WHO Collaborating Centre on Primary Health Care. (2024). Achieving Integrated Care for Older People: Shuffling the Deckchairs or Making the System Watertight For the Future? <https://primaryhealthcare4people.org/publication/achieving-integrated-care-for-older-people/>
- Poscia, A., et al. (2025). Supporting countries to ensure the continuum of integrated care for older people. *Aging Clinical and Experimental Research*, 37, 97. <https://doi.org/10.1007/s40520-025-02970-4>
- Marengoni, A., Angleman, S., Melis, R., Mangialasche, F., Karp, A., Garmen, A., Meinow, B., & Fratiglioni, L. (2011). Aging with multimorbidity: a systematic review of the literature. *Ageing Research Reviews*, 10(4), 430–439.
- van den Akker, M., Buntinx, F., & Knottnerus, J. A. (1996). Comorbidity or multimorbidity: what's in a name? A review of the literature. *European Journal of General Practice*, 2(2), 65–70.
- Dahlgren, G., & Whitehead, M. (1991). Policies and strategies to promote social equity in health. Stockholm: Institute for Futures Studies.

- World Health Organization. (2015). *World Report on Ageing and Health*. Geneva: WHO Press.
- World Health Organization. (2018). *The Global Network for Age-friendly Cities and Communities: Looking back over the last decade, looking forward to the next*. Geneva: WHO.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). *Pedoman Pelayanan Kesehatan Lanjut Usia di Puskesmas*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Boult, C., Green, A. F., Boult, L. B., Pacala, J. T., Snyder, C., & Leff, B. (2009). Successful models of comprehensive care for older adults with chronic conditions: evidence for the Guided Care model. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(2), 269–277.
- Wagner, E. H. (1998). Chronic disease management: what will it take to improve care for chronic illness? *Effective Clinical Practice*, 1(1), 2–4.
- Tasmara, A. P., & Setyoadi, N. (2020). Determinan Multimorbiditas pada Lansia di Wilayah Kerja Puskesmas. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 15(2), 45–52.
- Notoatmodjo, S. (2018). *Promosi Kesehatan dan Perilaku Kesehatan (Edisi Revisi)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., ... & McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(3), M146–M157.