



Dampak Intervensi Pemberian Suplementasi Mikronutrien terhadap Kesehatan Lansia

The Impact of Micronutrient Supplementation Interventions on Elderly Health

Lewi Jutomo^{1*}, Galuh Wiedani Kusuma Dyah Larasati², Tadeus Andreas Lada Regaletha³

¹⁻²Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

³Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

Email: lewi.jutomo@staf.undana.ac.id^{1*}, galuh.larasati@staf.undana.ac.id²,

tadeus.regaletha@staf.undana.ac.id³

*Penulis Korespondensi: lewi.jutomo@staf.undana.ac.id

Riwayat Artikel:

Naskah Masuk: 19 Februari 2026;

Revisi: 13 Maret 2026;

Diterima: 28 Maret 2026;

Terbit: 31 Maret 2026

Keywords: Blood Pressure; Blood Sugar; Cholesterol; Micronutrients; Uric Acid.

Abstract: Currently, the Indonesian nation is experiencing a demographic transition, with a growing elderly population. As they age, they are susceptible to health problems and diseases. Therefore, it is necessary to maintain the health of the elderly by encouraging them to consume micronutrients through supplements and by encouraging them to consume vegetables and fruits. This community service activity aims to evaluate the impact of a one-month micronutrient supplementation intervention on the health of the elderly, including: blood pressure, blood sugar levels, uric acid levels, and cholesterol levels. The method used is a single-group design with a pre-test and post-test approach. The target group consisted of 15 participating elderly people. The activity location is at the Permata Bunda Integrated Health Post, Fatukoa Village, Kupang City. The activity stages include: 1) identifying the target group; 2) preparing micronutrient intervention preparations; 3) pre-test measurements according to predetermined health parameters; 4) implementing the micronutrient supplementation intervention for one month; 5) conducting post-test measurements; and 6) analyzing changes in the results of pre- and post-test measurements. The results of the micronutrient supplementation intervention showed a decrease in systolic blood pressure of -2.67 mmHg, diastolic blood pressure of -1.86 mmHg, blood sugar of -1.96 mg/dL, and uric acid of -0.19 mg/dL, but cholesterol increased by +9.67 mg/dL. This indicates that the micronutrient supplementation intervention has an impact on improving overall health in the elderly except for cholesterol. It is recommended to control cholesterol through consumption of fibrous plant foods such as vegetables and fruits.

Abstrak

Saat ini, bangsa Indonesia sedang mengalami transisi demografis, dengan populasi lansia yang terus bertambah. Seiring bertambahnya usia, lansia rentan terhadap masalah kesehatan dan penyakit. Oleh karena itu, perlu untuk menjaga kesehatan para lansia dengan anjuran mengkonsumsi mikronutrien melalui suplemen dan kebiasaan mengonsumsi sayuran dan buah-buahan. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak dari intervensi pemberian suplementasi mikronutrien selama satu bulan terhadap kesehatan lansia meliputi; tekanan darah, kadar gula darah, kadar asam urat, dan kadar kolesterol. Metode yang digunakan adalah rancangan kelompok tunggal dengan pendekatan *pre-test* dan *post-test*. Kelompok sasaran terdiri dari 15 lansia yang berpartisipasi. Lokasi kegiatan berada di Pos Kesehatan Terpadu Permata Bunda, Desa Fatukoa, Kota Kupang. Tahapan kegiatan meliputi: 1) mengidentifikasi kelompok sasaran; 2) menyiapkan preparat intervensi mikronutrien; 3) pengukuran *pre-test* sesuai dengan parameter kesehatan yang telah ditentukan; 4) melaksanakan intervensi pemberian mikronutrien selama satu bulan; 5) melakukan pengukuran *post-test*; dan 6) menganalisis perubahan hasil pengukuran *pre* dan *post-test*. Hasil intervensi suplementasi mikronutrien menunjukkan perubahan penurunan tekanan darah sistolik -2,67 mmHg, tekanan darah diastolik - 1,86 mmHg, gula darah -1,96 mg/dL, dan asam urat -0,19 mg/dL, tetapi kolesterol meningkat sebesar +9,67 mg/dL. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi suplementasi mikronutrien berdampak meningkatkan kesehatan secara keseluruhan pada lansia kecuali

kolesterol. Disarankan pengendalian kolesterol melalui konsumsi pangan nabati berserat seperti sayur dan buah-buahan.

Kata Kunci: Asam Urat; Gula Darah; Kolesterol; Mikronutrien; Tekanan Darah.

1. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini sedang mengalami transisi demografi, yang ditandai dengan bertambahnya usia harapan hidup dan jumlah penduduk lansia (lanjut usia). Sejalan dengan itu struktur usia penduduk Indonesia bergeser ke kelompok usia yang lebih tua. Pergeseran ini berdampak pada peningkatan persentase penduduk usia 60 tahun ke atas (lanjut usia) atau lansia mencapai lebih dari 10 persen. Seiring bertambahnya usia, kondisi fisik lansia semakin menurun, dan makin rentannya mereka mengalami keluhan kesehatan dan sakit (Soewondo *et al.*, 2021). Oleh karena itu, perlu dipertahankan kesehatan para lansia ini sehingga dapat terjaga kemandiriannya dan produktivitasnya.

Selain itu, Indonesia juga mengalami transisi epidemiologi yang ditandainya pergeseran pola penyakit yang bergeser dari penyakit menular ke penyakit tidak menular (PTM). Tingginya kematian oleh PTM terutama disebabkan penyakit jantung (kardiovaskular), *stroke*, kanker, penyakit paru obstruktif kronis, serta diabetes, yang lazim dikenal sebagai kelompok penyakit katastrofik karena dapat menyebabkan tingginya pengeluaran untuk biaya pengobatan yang mengakibatkan kemiskinan dan menghabiskan banyak dana dari BPJS (Badan Pengelola Jaminan Sosial) Bidang kesehatan.

Terdapat empat faktor risiko utama PTM katastrofik yang meliputi; diet tidak sehat, kurang aktivitas fisik, merokok, dan konsumsi alkohol (Kementerian Kesehatan RI, 2019). Diet yang tidak sehat ini mencakup rendahnya konsumsi buah dan sayuran yang mencapai 95,50% dari penduduk. Padahal diketahui bahwa sayur dan buah adalah merupakan sumber utama vitamin dan mineral bagi tubuh atau dikenal sebagai mikronutrien. Defisiensi vitamin dan mineral pada usia lanjut terkait dengan risiko penyakit PTM seperti kelelahan, penyakit jantung, dan terhambatnya fungsi kognitif dan fungsi neuromuskular. Tinjauan literatur memperlihatkan bahwa perbaikan asupan gizi tertentu menjadi penting dalam mengurangi perkembangan PTM seperti gangguan muskuloskeletal, demensia, kehilangan penglihatan, dan penyakit kardiometabolik selama penuaan (Chiu *et al.*, 2021). Selanjutnya Gröber, (2012) menjelaskan bahwa gaya hidup yang berhati-hati dan diet yang sehat, dikombinasi dengan asupan mikronutrien, yang memadai merupakan faktor penting dalam pemeliharaan kesehatan yang baik dan masa tua yang lebih bebas dari penyakit. Selain itu, Mustofa *et al.*, (2025) menjelaskan defisiensi mikronutrien pada lansia disebabkan oleh berbagai faktor, namun asupan makanan yang tidak cukup merupakan faktor utama penyebab kekurangan tersebut.

Hasil tinjauan ini menggambarkan bahwa lansia mengalami malnutrisi karena kekurangan gizi seperti vitamin D, asam folat, kalsium, dan vitamin B12.

Dari uraian di atas maka kegiatan intervensi pemberian suplementasi mikronutrien dapat membantu para lansia dalam mempertahankan kesehatan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memelihara kesehatan lanjut usia dengan mengendalikan tekanan darah, kadar gula darah, kadar asam urat, dan kadar kolesterol, melalui intervensi pemberian zat gizi mikro yang dikonsumsi selama sebulan. Juga untuk memperoleh data dan informasi berbasis bukti dari intervensi ini sehingga bisa menjadi landasan untuk diterapkan ke komunitas yang lebih luas.

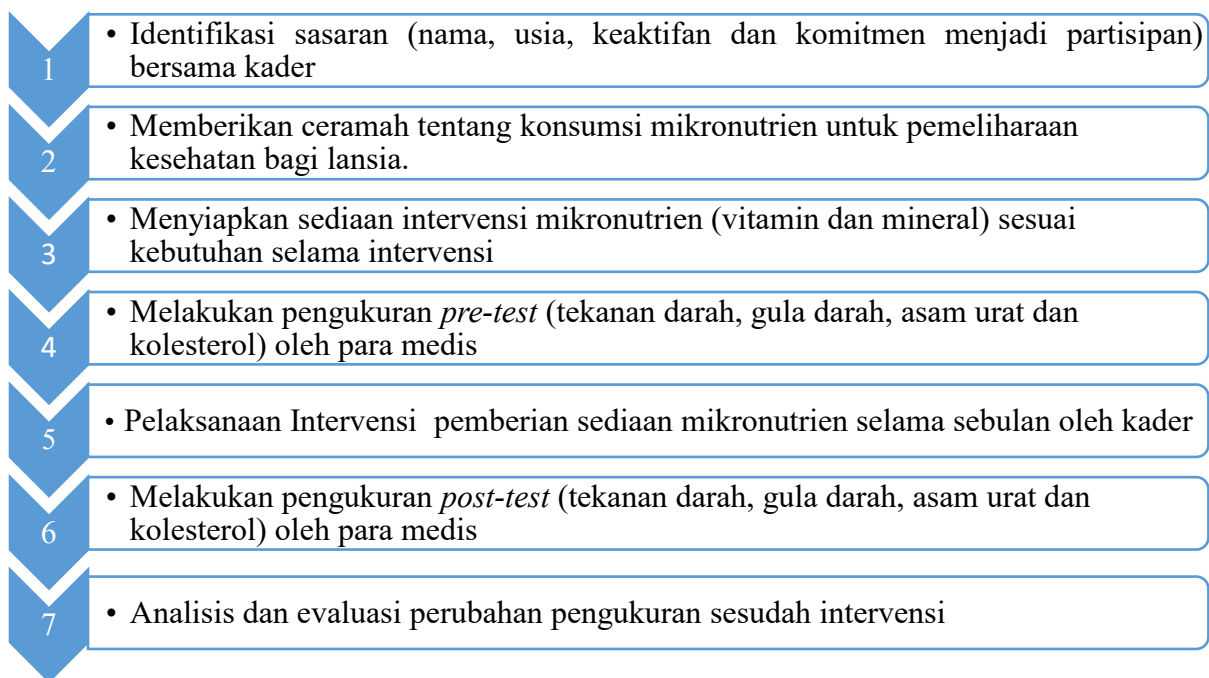
2. METODE

Proses perencanaan ini diawali dengan mengidentifikasi kelompok sasaran yakni para lansia terutama yang berusia 60 tahun ke atas bersama kader posyandu yang bertempat tinggal di lingkungan posyandu setempat. Kemudian dipastikan komitmennya untuk mengikuti kegiatan intervensi ini sampai selesai beserta perlakuan yang akan dikenakan. Sebelum dilakukan intervensi para lansia atau sasaran penerima manfaat diberi materi dan ceramah tentang “Promosi Konsumsi Mikronutrien untuk Kesehatan Lansia” Pelaksanaan kegiatan ini, baik ceramah dan untuk pengumpulan data *pre* dan *post-test* bertempat di Posyandu Permata Bunda, Kelurahan Fatukoa, Kecamatan Maulafa, Kota Kupang. Sedangkan intervensi pemberian suplemen mikronutrien kepada para lansia dilakukan selama sebulan. Pemberian suplemen berupa tablet mikronutrien ke sasaran dilakukan oleh kader setiap 2 hari sekali dengan cara berkunjung ke masing-masing rumah sasaran. Hal ini dimaksud sekaligus kader dapat memantau dan memastikan bahwa suplemen tersebut dikonsumsi oleh sasaran. Sebelum dilakukan intervensi kepada para lansia terlebih dahulu dikumpulkan data *pre-test* berupa: pengukuran tekanan darah sistolik dan diastolik, pemeriksaan kadar gula darah, asam urat dan kolesterol. Demikian pula sesudah dilakukan intervensi dikumpulkan data *post-test* dengan parameter yang sama. Pengumpulan data ini melalui pemeriksaan yang dilakukan oleh tenaga paramedis. Setelah pengumpulan data *pre-test* dan *post test* maka dilakukan analisis dan evaluasi terhadap perubahan parameter pengukuran.. Ada pun komposisi dan kadar dari sediaan mikronutrien tiap tablet yang diberikan kepada para lansia dapat dilihat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi sediaan mikronutrien tiap tablet.

Komposisi	kandungan
Vitamin A	5.000 I.U
Vitamin C	50 mg
Vitamin D	50 I.U
Vitamin E	50 I.U
Vitamin B-1	25 mg
Vitamin B-2	25 mg
Vitamin B-6	25 mg
Vitamin B-12	2 mcg
Niacinamide	25 mg
Asam folat	200 mcg
Biotin	25 mcg
Asam panthotenat	2 mg
Kalsium	150 mg
Iron	100 mg
Magnesium	100 mg
Zink	4 mg
Selenium	25 mcg

Adapun tahap-tahap pelaksanaan intervensi di lapangan dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Intervensi.

3. HASIL

Karakteristik Lansia

Karakteristik lansia berdasarkan usia, jenis kelamin dan berat badan dan lingkaran pinggang dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Karakteristik Lansia.

Karakteristik	Frekuensi	Presentasi (%)
Jenis kelamin		
Laki-laki	3	20,00
Perempuan	12	80,00
Usia		
56-59 tahun	3	20,00
≥ 60 tahun	12	80,00
Lingkar pinggang		
≥ 80 cm	11	73,00
< 80 cm	4	0,27
Berat badan		
≥ 50 kg	9	60,00
< 50 kg	6	40,00

Dari Tabel tersebut nampak bahwa para lansia, peserta kegiatan lebih banyak yang berjenis kelamin perempuan (80,00%) daripada berjenis kelamin laki-laki (20,00%). Selanjutnya bila dilihat dari usia lebih banyak yang berusia ≥ 60 tahun (80,00%) dari pada berusia 56-90 tahun (20,00%). Dapat diketahui lingkaran pinggang partisipan lebih banyak berada ≥ 80 cm (73,00%) dan berat badan lebih banyak berada ≥ 50 kg (60,00%).

Hasil Pengukuran

Tekanan Darah Sistolik

Hasil pengukuran tekanan darah sistolik (TDS) pada *pre-test* dan *post-test* berupa intervensi pemberian mikronutrien dapat dilihat pada **Tabel 3**. Di bawah ini.

Tabel 3. Rata-rata Hasil Pengukuran Tekanan Darah Sistolik.

Pengukuran	Rata-rata (mmHg)	Perubahan (mmHg)
<i>Pre-test</i>	159,80 ± 19,75	
<i>Post test</i>	157,13 ± 23,07	-2,67

Dari Tabel tersebut rata-rata TDS pada pengukuran *pre-test* adalah 159,80 ± 19,75 mmHg. Selanjutnya pada pengukuran *post-test*, menjadi 157,13 ± 23,07 mmHg, sehingga tekanan darah mengalami penurunan sebesar -2,67 mmHg.

Tekanan Darah Diastolik

Hasil pengukuran tekanan darah diastolik (TDD) pada *pre-test* dan *post-test* selama intervensi pemberian mikronutrien dapat dilihat pada Tabel 4. di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tekanan Darah Diastolik.

Pengukuran	Rata-rata (mmHg)	Perubahan (mmHg)
<i>Pre-test</i>	98,00 ± 12,33	
<i>Post-test</i>	96,14 ± 9,00	-1,86

Dari Tabel tersebut di atas rata-rata TDD lansia sebelum diberikan suplementasi mikronutrien adalah sebesar 98,00 ± 12,33 mm Hg, selanjutnya sesudah diberikan menjadi 96,14 ± 9,00 mm Hg, sehingga tekanan darah mengalami penurunan sebesar -1,86 mmHg.

Kadar Gula Darah

Hasil pengukuran kadar gula darah lansia pada *pre-test* dan *post-test* selama intervensi pemberian suplemen zat gizi berupa mikronutrien dapat dilihat pada Tabel 5. di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kadar Gula Darah.

Pengukuran	Rata-rata (mg/dL)	Perubahan (mg/dL)
<i>Pre-test</i>	154,53 ± 81,10	
<i>Post-test</i>	152,57 ± 72,16	- 1,96

Dari Tabel tersebut, rata-rata kadar gula darah pada pengukuran *pre-test* sebesar 154.53 ± 81,10 mg/dL. Selanjutnya kadar gula darah pada pengukuran *post-test* kadarnya menjadi 152,57 ± 72,16 mg/dL sehingga kadar gula darah menurun sebesar -1,96 mg/dL.

Kadar Asam Urat

Hasil pengukuran kadar asam urat selama intervensi pemberian suplemen zat gizi berupa mikronutrien dapat dilihat pada **Tabel 6** di bawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kadar Asam Urat.

Pengukuran	rata-rata (mg/dL)	Perubahan (mm/Hg)
<i>pre-test</i>	5,67 ± 1,18	
<i>post-test</i>	5,48 ± 1,17	- 0,19

Pada Tabel tersebut rata-rata kadar asam urat pada pengukuran *pre-test* sebesar 5,67 ± 1,18 mg/dL. Selanjutnya setelah diintervensi dengan pemberian suplementasi zat gizi mikronutrien hasil pengukuran *post-test*, kadarnya turun menjadi 5,48 ± 1,17 mg/dL, sehingga kadarnya mengalami perubahan sebesar - 0,19 mg /dL.

Kadar Kolesterol

Hasil pengukuran kadar kolesterol lansia baik sebelum dan sesudah intervensi pemberian suplementasi zat gizi mikro dapat dilihat pada **Tabel 7** di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kadar Kolesterol.

Pengukuran	rata-rata (mg/dL)	Perubahan (mg/dL)
<i>Pre test</i>	192,47 ± 47,03	
<i>Post-test</i>	202,14 ± 32,33	+ 9,67

Pada tabel tersebut rata-rata kadar kolesterol pada pengukuran *pre-test* sebesar $192,47 \pm 47,03$ mg/dL, selanjutnya setelah diintervensi dengan pemberian suplementasi mikronutrien menjadi $202,14 \pm 32,33$ mg/dL, sehingga meningkat kadar kolesterol sebesar (+) 9,67 mg/dL.

4. DISKUSI

Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Masyarakat ini diawali dengan penyampaian ceramah terkait promosi mikronutrien terhadap kesehatan lansia kemudian dilakukan tahapan pemeriksaan kesehatan dan pengumpulan data awal (*pre-test*) yang mencakup; tekanan darah, gula darah, asam urat, dan kolesterol. Setelah diberikan intervensi pemberian suplementasi zat gizi mikro ini selama satu bulan kemudian dilakukan pemeriksaan kesehatan dan pengumpulan data akhir (*post-test*) untuk melihat perubahan dari hasil intervensi zat gizi mikro. Selanjutnya pada Gambar 1 dan Gambar 2 merupakan aktivitas dari penyampaian ceramah dan pemeriksaan kesehatan yang dilakukan.



Gambar 2. Kegiatan Pembukaan.



Gambar 3. Pemeriksaan Kesehatan.

Mikronutrien dan Kesehatan Lansia

Mikronutrien memainkan peran sentral dalam pengaturan tekanan darah (TD) karena membantu fungsi makronutrien dan juga meningkatkan fungsi antihipertensi beberapa agen antihipertensi (Chiu *et al.*, 2021). Selanjutnya Paula *et al.*, (2017), menjelaskan mikronutrien seperti vitamin D dan vitamin C memiliki efek menguntungkan terhadap tekanan darah pada pasien diabetes tipe 2. Dijelaskan bahwa vitamin C mengurangi tekanan darah diastolik (TDD) sebesar -2,88 mmHg tetapi bukan tekanan darah sistolik. Vitamin D menyebabkan berkurang 4,56 mmHg TDS dan 2,44 mmHg TDD. Disampaikan juga bahwa intervensi ini mungkin merupakan pendekatan baru dalam pengobatan hipertensi pada pasien ini. Penyelidikan dari An *et al.*, (2022) mengenai suplementasi zat gizi mikro, menjelaskan bahwa TDD dapat berkurang sebesar -0,66 mm Hg, apabila diberi suplemen vitamin C, berkurang sebesar -015 diberi suplemen vitamin E, berkurang -0,85 diberi suplemen mineral Zn, dan berkurang -2,75 apabila diberi suplemen mineral Mg. Selain itu, Putri *et al.*, (2025) menjelaskan bahwa didalam upaya pengendalian hipertensi dikalangan lanjut usia, intervensi aktivitas fisik dan edukasi kesehatan berbasis komunitas adalah hal yang sangat membantu kesehatan lansia.

Kadar gula darah merupakan salah satu parameter bagi indikasi penyakit *diabetes mellitus* (DM). kadar gula yang tinggi di atas normal merupakan indikasi bagi penyakit tersebut. Secara empiris Ekpenyong, (2018) dalam studinya menyatakan kemungkinan hubungan antara defisiensi mikronutrien dan klaster MetS (metabolik syndrome), yaitu dislipidemia, hipertensi, hiperurisemia, DM tipe 2, obesitas, dan keadaan protrombotik dan proinflamasi, adalah melalui jalur IR (insulin resistensi). Hasil Penelitian Kamila & Sumarmi, (2025) menyimpulkan ketidakcukupan asupan seng dan mangan dapat meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2. Kemudian Chapela *et al.*, (2024) menjelaskan diet suplemen mikronutrien mengurangi dampak negatif diet tersebut terhadap metabolisme glukosa dan metabolisme hati. Selain itu Soliman *et al.*, (2023) menjelaskan di lingkungan yang makmur di wilayah MENA (The Middle East and North Africa), diabetes dikaitkan dengan kadar magnesium dan zat besi yang rendah, dan hubungan ini lebih buruk pada individu dengan diabetes yang tidak terkontrol. Temuan Khatiwada *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa suplementasi mikronutrien dapat memperbaiki metabolisme glukosa, disamping dapat mengurangi penambahan berat badan dan lemak tubuh, serta memperbaiki kapasitas antioksidan hati dan metabolisme lemak dalam respon terhadap diet lemak tinggi. Sebaliknya Farhat *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa berkurangnya asupan vitamin dan mineral cenderung meningkatkan berat badan.

Asam urat adalah salah satu parameter dari indikasi penyakit gout. Penyakit ini, biasanya mengganggu sistem persendiaan dan merupakan hasil metabolisme akhir dari purin yaitu salah satu komponen asam nukleat yang terdapat dalam inti sel tubuh. Temuan Abbas *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa terdapat 37% subyek yang kadar asam urat tinggi dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di Kompleks Aditarina, Kota Makassar. Selanjutnya, Qiu *et al.*, (2024) menyelidiki hubungan kausal mikronutrien (vitamin dan mineral) terhadap kadar asam urat dan risiko penyakit asam urat. Temuannya membuktikan bahwa ada hubungan negatif antara kadar vitamin B12 serum dan kadar asam urat, serta folat serum dan risiko gout, sementara ada hubungan positif antara kadar kalsium serum dan kadar asam urat, serta risiko gout. Selain itu, Koguchi, (2025) menjelaskan secara berturut-turut asupan harian vitamin A, vitamin D, vitamin E, vitamin B1, vitamin B2, folat, vitamin B12, vitamin C, garam, kalsium, zat besi, dan tembaga berkorelasi negatif dengan jumlah pasien asam urat. Sebaliknya, asupan niasin harian berkorelasi positif dengan jumlah pasien asam urat.

Mikronutrien kaitannya dengan kolesterol, dijelaskan vitamin yang larut dalam lemak menunjukkan hubungan positif yang kuat dengan kolesterol total dan trigliserida. Hal ini memerlukan penelitian lebih lanjut (Krishnamurthy *et al.*, 2025). Studi Damayanti *et al.*, (2020) meneliti hubungan asupan vitamin E dan vitamin C dengan kadar kolesterol total pada pasien hiperkolesterolemia. Hasil studi menunjukkan bahwa asupan vitamin E dan Vitamin C tidak ada hubungan dengan kadar kolesterol total. Selanjutnya Linkon *et al.*, (2024) menjelaskan manfaat pola makan nabati tinggi serat terbukti berhubungan dengan profil kolesterol darah. Kemudian ditegaskan bahwa diet tinggi serat dan rendah lemak mengurangi profil lipid pada tikus hiperlipidemia.

5. KESIMPULAN

Hasil kegiatan intervensi pemberian suplementasi mikronutrien terhadap kesehatan lansia selama satu bulan menunjukkan bahwa mikronutrien dapat menurunkan tekanan darah, gula darah, asam urat. Sebaliknya, dapat mendorong peningkatan kadar kolesterol.

Disarankan kepada para lansia untuk selalu mengonsumsi mikronutrien seperti vitamin dan mineral terutama berasal dari sayuran dan buah-buahan untuk pemeliharaan kesehatan. Selain itu, khususnya untuk mengendalikan kadar kolesterol yang terbaik dianjurkan untuk konsumsi sayuran dan buah-buahan dari pangan nabati kaya serat sehingga kadar kolesterol dapat dikendalikan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Nusa Cendana, Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian yang telah membiayai kegiatan ini, serta Para Mahasiswa yang banyak membantu di lapangan. Juga, Kepala Dinas Kesehatan Kota Kupang dan Kepala Puskesmas Sikumana serta Puskesmas Pembantu di Kelurahan Fatukoa, atas izin dan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Para Kader Posyandu Permata Bunda dan juga Para Lansia penerima manfaat yang telah berpartisipasi. Semoga kegiatan ini berdampak dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR REFERENSI

- Abbas, M., Mus, R., Thaslika, T., Sunaidi, Y., & Fitriana, F. (2023). Skrining kesehatan melalui pemeriksaan asam urat di Kompleks Aditarina Kota Makassar. *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan*, 3(1), 133–137. <https://doi.org/10.55606/jpikes.v3i1.1670>
- An, P., Wan, S., Luo, Y., Luo, J., Zhang, X., Zhou, S., Xu, T., He, J., Mechanick, J. I., Wu, W., Ren, F., & Liu, S. (2022). Micronutrient supplementation to reduce cardiovascular risk. *Journal of the American College of Cardiology*, 80(24). <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.09.048>
- Chapela, S. P., Luciano, A., Martinuzzi, N., Llobera, D., Ceriani, F., Gonzalez, V., Montalvan, M., Verde, L., Frias-Toral, E., Pablo, S., Luciano, A., Martinuzzi, N., Llobera, D., Ceriani, F., Gonzalez, V., Montalvan, M., & Verde, L. (2024). Obesity and micronutrients deficit: When and how to supplement. *Food and Agricultural Immunology*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/09540105.2024.2381725>
- Chiu, H., Venkatakrishnan, K., Golovinskaia, O., & Wang, C. (2021). Impact of micronutrients on hypertension: Evidence from clinical trials with a special focus on meta-analysis. *Nutrients*, 1–19. <https://doi.org/10.3390/nu13020588>
- Damayanti, A. Y., Anjana, A. R., & Darni, J. (2020). Hubungan asupan vitamin E dan vitamin C dengan kadar kolesterol total pada pasien hiperkolesterolemia. *Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya*, 4(2), 117–126. <https://doi.org/10.21580/ns.2020.4.2.3599>
- Ekpenyong, C. E. (2018). Micronutrient deficiency: A novel nutritional risk factor for insulin resistance and syndrome X. *Archives of Food and Nutritional Science*, 16–30. <https://doi.org/10.29328/journal.afns.1001013>
- Farhat, G., Lees, E., Macdonald-Clarke, C., & Amirabdollahian, F. (2019). Inadequacies of micronutrient intake in normal weight and overweight young adults aged 18–25 years: A cross-sectional study. *Public Health*, 167, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.10.016>
- Gröber, U. (2012). *Mikronutrien: Penyelaras metabolik, pencegahan dan terapi*. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Kamila, S. N., & Sumarmi, S. (2025). Hubungan asupan mikronutrien dengan kejadian diabetes melitus tipe 2 pada dewasa di wilayah kerja Puskesmas Mojo Surabaya. *Jurnal Gizi Dietetik*, 4(3), 204–212. <https://doi.org/10.25182/jigd.2025.4.3.204-212>

- Kementerian Kesehatan RI. (2019). *Profil kesehatan Indonesia 2018*. Kementerian Kesehatan RI.
- Khatiwada, S., Lecomte, V., Fenech, M. F., Morris, M. J., & Maloney, C. A. (2021). Effects of micronutrient supplementation on glucose and induced obesity. *Cells*. <https://doi.org/10.3390/cells10071751>
- Koguchi, T. (2025). Modification of micronutrient intake for prevention of gout in Japanese people in 2022: 2024 update. *I3(1)*, 1–27.
- Krishnamurthy, H. K., Reddy, S., Jayaraman, V., Krishna, K., & Song, Q. (2025). Profiling the effect of micronutrient levels on vital cardiovascular markers. *Cureus*, *17(1)*, 1–14. <https://doi.org/10.7759/cureus.78268>
- Linkon, K. M. M. R., Islam, M. F., Alam, M. J., Mustafa, R., Hosen, F., Nishi, S. H. H., & Alim, M. A. (2024). Effects of plant-based high-fiber diet on blood cholesterol profile and cardiovascular health in growing Long Evans rats. *Clinical Nutrition Open Science*, *55*, 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2024.03.015>
- Mustofa, V. F., Prasetyo, B., Indriani, D., & Rahmawati, N. A. (2025). Manajemen gizi mikro dan dampak kesehatan pada lansia: Literature review. *Amerta Nutrition*, *7(1)*, 37–46. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i1SP.2023.37-46>
- Paula, T. P. de, Kramer, C. K., Viana, L. V., & Azevedo, M. J. (2017). Effects of individual micronutrients on blood pressure in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Scientific Reports*, 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep40751>
- Putri, S. A., Irza, R., Noviyanti, L. K., Annawati, M., & Kristyawati, S. P. (2025). Program screening hipertensi lansia dan senam hipertensi di Banyumanik Semarang: Upaya peningkatan kesadaran kesehatan masyarakat di kalangan lansia. *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan*.
- Qiu, Y., Li, C., Huang, Y., Wu, C., Li, F., Zhang, X., & Xia, D. (2024). Exploring the causal associations of micronutrients on urate levels and the risk of gout: A Mendelian randomization study. *Clinical Nutrition*, *43(4)*, 1001–1012. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2024.03.003>
- Soewondo, P., Pujisubekti, R., Widyaputri, D., Rahmayanti, N. M., & Irawati, D. O. (2021). *Implementasi layanan penyakit tidak menular (PTM) katastrofik pada era jaminan kesehatan nasional tahun 2015–2018* (1st ed.). Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan.
- Soliman, N., Almishal, R., Elsayed, B., Ahmed, A., Al-Amri, S., Al-Kuwari, A., Al-Muhannadi, S., Nadeer, M., & Chivese, T. (2023). Association between diabetes and levels of micronutrients. *Biomedicines*. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11113045>