

RESEARCH STUDY

Versi Bahasa

OPEN ACCESS

Perbandingan Asupan Mikronutrien pada Mahasiswa dengan dan tanpa *Computer Vision Syndrome*

Comparison of Micronutrient Intake among Students with and without Computer Vision Syndrome

Nurfitri Bustamam^{1,3*}, Nanang Nasrulloh², Pritha Maya Savitri¹, Panji Octo Prasetio³¹Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia²Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia³Physiology and Nutrition Laboratory Unit, Medical Education and Research Center, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 12-11-2022

Accepted: 13-06-2023

Published online: 28-11-2023

***Koresponden:**

Nurfitri Bustamam

nurfitri.bustamam@upnvj.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v7i4.2023.494-502

Tersedia secara online:[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)**Kata Kunci:**

Computer Vision Syndrome, Mahasiswa, Mikronutrien

ABSTRAK

Latar Belakang: Selama pandemi COVID-19 terjadi peningkatan risiko *computer vision syndrome* (CVS), yaitu kumpulan simtom pada mata dan penglihatan akibat aktivitas menggunakan perangkat digital. Hasil penelitian prevalensi defisiensi asupan mikronutrien penduduk dewasa Indonesia tahun 2018 didapatkan defisiensi mikronutrien yang penting bagi struktur dan fungsi mata.

Tujuan: Untuk membandingkan asupan mikronutrien pada mahasiswa dengan dan tanpa CVS.

Metode: Penelitian menggunakan desain cross-sectional. Data diambil secara daring dari 34 mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta. Data diambil menggunakan food recall 24 jam sebanyak empat kali dan kuesioner. Diagnosis CVS menggunakan Computer Vision Syndrome Questionnaire yang terdiri atas 16 pertanyaan tentang frekuensi dan intensitas setiap gejala. Asupan mikronutrien dianalisis menggunakan aplikasi Nutrisurvey 2007. Analisis univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik variabel. Uji t tidak berpasangan atau uji Mann-Whitney digunakan untuk menguji hipotesis perbedaan asupan mikronutrien antara kelompok tidak CVS dan kelompok CVS.

Hasil: Sebanyak 22 dari 34 (64,7%) subjek mengalami CVS dan sebagian besar subjek kurang asupan mikronutrien. Tidak terdapat perbedaan karakteristik subjek dan perilaku penggunaan komputer antara kelompok CVS dan kelompok tidak CVS ($p > 0,05$). Tidak ada perbedaan asupan Fe, Mg, Cu, Vitamin E, Vitamin A, Retinol, Vitamin C, dan Omega 3 pada kedua kelompok ($p > 0,05$). Namun, hasil uji t tidak berpasangan menunjukkan perbedaan asupan Zn yang signifikan antara kedua kelompok ($p = 0,036$; CI = 0,125-2,716).

Kesimpulan: Asupan Zn penting untuk mencegah CVS. Oleh karenanya diperlukan penelitian lanjutan tentang manfaat suplementasi Zn untuk mencegah CVS.

PENDAHULUAN

Selama pandemi COVID-19 terjadi peningkatan penggunaan perangkat digital hingga lebih dari 6 jam/hari untuk berbagai tujuan baik edukasi, komunikasi maupun rekreasi¹. Hal tersebut menyebabkan peningkatan risiko *computer vision syndrome* (CVS), yaitu kumpulan simtom pada mata dan penglihatan akibat aktivitas menggunakan perangkat digital, misalnya komputer, *smartphone*, dan *tablet*².

Simtom CVS dapat berupa mata gatal, mata terbakar, sensasi benda asing pada mata, berkedip berlebihan, mata berair, mata kemerahan, sensasi berat pada kelopak mata, mata kering, mata nyeri, penglihatan

kabur, penglihatan ganda, sulit fokus saat melihat dekat, sensitif terhadap cahaya, melihat lingkaran cahaya berwarna di sekitar objek, penglihatan memburuk, dan nyeri kepala³. Simtom CVS bersifat temporer atau akan hilang jika menghentikan penggunaan perangkat digital. Jika tidak melakukan upaya pencegahan, simtom CVS dapat berlanjut dan semakin berat². Prevalensi CVS pada mahasiswa secara global sebesar 89,9%⁴. Hasil penelitian menunjukkan lebih dari 70% mahasiswa mengalami penurunan produktivitas akibat dari simtom CVS⁵.

Aktivitas menggunakan perangkat digital akan menurunkan refleks berkedip sehingga meningkatkan evaporasi airmata dan menurunkan stabilitas film

airmata⁶. Penurunan refleks berkedip dan mata kering seringkali dikaitkan dengan simtom *asthenopia* (mata lelah), sensitif terhadap cahaya, dan kesulitan fokus melihat dekat (akomodasi)⁷.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam lemak omega 3 (O3FAs) dapat mengatasi masalah penglihatan pada pengguna komputer. Penelitian tersebut dilakukan pada subjek yang menggunakan komputer > 3 jam/hari. Sebanyak 220 subjek mendapatkan 2 kapsul omega 3 yang mengandung *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA). Setelah tiga bulan didapatkan perbaikan simtom mata kering, morfologi seluler dan densitas sel goblet (Nelson *grade*), peningkatan produksi air mata (Schirmer *test*), dan peningkatan stabilitas film air mata (TBUT *scores*). Sebaliknya pada kelompok plasebo yang mendapatkan minyak zaitun, perbaikan tersebut tidak terjadi⁶.

Penggunaan perangkat digital secara terus-menerus juga akan meningkatkan paparan *blue light* yang memiliki panjang gelombang 415-455 nm dan energi yang tinggi. Paparan *blue light* diketahui menyebabkan ketidakstabilan lapisan film air mata, meningkatkan pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS), dan menginduksi terbentuknya sitokin proinflamasi IL-1 β ^{8,9}. Hasil penelitian didapatkan bahwa kadar sitokin proinflamasi IL-1 β dan IL-6 dalam airmata pekerja perempuan yang menggunakan komputer lebih tinggi jika dibandingkan dengan pekerja perempuan yang tidak menggunakan komputer¹⁰. Sitokin proinflamasi IL-1 β , TNF- α , IL-6, kemokin, dan MMP diketahui merusak dan menurunkan jumlah sel goblet pada konjungtiva sehingga menyebabkan ketidakstabilan lapisan film air mata dan penguapan air mata berlebih¹¹.

Stres oksidatif dapat terjadi pada seluruh struktur mata khususnya pada permukaan okular (kornea & sklera), lensa, retina, dan pigmen epitel retina. Pada struktur mata tersebut terdapat pertahanan antioksidan enzimatik, misalnya superoksidadismutase (SOD), glutathion peroksidase (GPX), katalase (CAT), dan metalotionein (MTs) serta non enzimatik, misalnya vitamin A, vitamin E, vitamin C, dan glutathion. Antioksidan SOD₁ dan SOD₃ menggunakan Cu dan Zn sebagai kofaktor¹². Antioksidan tersebut berfungsi melindungi mata dari stres oksidatif, apoptosis, disfungsi mitokondria, dan inflamasi¹³.

Mikronutrien tidak hanya berfungsi sebagai antioksidan, tetapi juga berperan untuk struktur dan fungsi penglihatan lainnya. Di mata, vitamin A dalam bentuk retinol, retinal, asam retinoat, retinal palmitat, dan retinoid. Asam retinoat diketahui berperan untuk pertumbuhan okular, sedangkan vitamin A di retina berperan dalam merespons cahaya. Pada fototransduksi vitamin A mengalami isomerisasi dari *11-cis retinal* menjadi *all-trans retinal* di segmen luar fotoreseptor. Selanjutnya *all-trans retinal* dibawa ke pigmen epitel retina untuk diubah kembali menjadi *11-cis retinal* dan dibawa ke segmen luar fotoreseptor¹⁴. Prekursor vitamin A (β -*carotene*) diketahui berperan penting dalam penglihatan. Pada lensa dan retina tepatnya di macula lutea didapatkan banyak mengandung *carotenoid lutein*, *zeaxanthin*, dan *mesozeaxanthin*. Karotenoid tersebut berperan sebagai antioksidan yang melindungi lensa dan

retina dari kerusakan. Selain sebagai antioksidan, ketiga karotenoid tersebut berfungsi sebagai filter *blue light* yang mencegah terjadinya fotooksidasi segmen luar fotoreseptor^{13,15}. Hasil penelitian pemberian suplemen karotenoid (*lutein*, *zeaxanthin*, *mesozeaxanthin*) 24 mg/hari setiap hari selama 6 bulan pada orang dewasa sehat dengan *screen time* 6 jam/hari menunjukkan peningkatan densitas pigmen macula. Peningkatan densitas pigmen macula sejalan dengan perbaikan fungsi visual dan penurunan frekuensi keluhan mata lelah, mata tegang, penglihatan kabur, nyeri kepala, dan leher tegang¹⁵.

Struktur dan fisiologi retina ditentukan juga oleh ion besi (Fe), seng (Zn), dan tembaga (Cu). Ion Zn diperlukan dalam siklus visual, stabilitas dan fungsi rhodopsin, serta sebagai antioksidan. Agar dapat berfungsi, rhodopsin dan sel ganglion memerlukan ion Cu. Ion Fe berperan dalam siklus penglihatan dengan mengaktifkan RPE65, enzim yang mengonversi *all-trans-retinyl ester* menjadi *11-cis retinol*, proses fototransduksi dengan mengaktifkan *guanylate cyclase*, aktivasi *aconitase* yang berperan untuk sintesis glutamat, pembentukan membran cakram fotoreseptor, dan kofaktor *guanylate cyclasethe*, enzim yang berperan dalam resintesis *cyclic GMP* pada keadaan gelap¹⁶.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa metabolisme normal dan keseimbangan ion jaringan okular memerlukan ion magnesium (Mg). Magnesium merupakan kofaktor utama metabolisme seluler untuk menghasilkan ATP, menjaga keseimbangan ion intraseluler, fungsi dan struktur jaringan okular¹⁷. Magnesium merupakan kofaktor Na⁺/K⁺ ATPase, yang berperan dalam transpor aktif ion Na⁺ keluar dari sel yang ditukar dengan K⁺. Defisiensi Mg menyebabkan akumulasi Na⁺ intraseluler dan dilepaskannya ion Ca²⁺ mitokondrial. Akumulasi ion tersebut menyebabkan pembengkakan sel sehingga terjadi apoptosis sel ganglion retina. Ion Mg juga membatasi influx kalsium, menghambat pelepasan glutamat dan melindungi sel ganglion retina¹⁸. Magnesium diperlukan untuk biosintesis glutathion, sintesis glutathion (GSH), SOD, dan katalase¹⁷. Stres oksidatif pada mata dapat menyebabkan pembentukan *Nitric Oxide* (NO) secara berlebihan yang merusak sel ganglion. Stres oksidatif juga meningkatkan pembentukan *Endothelin-1* (ET-1) sehingga menghambat aliran darah ke serat optik. *Endothelin-1* juga mengaktifkan astrosit. Astrosit yang teraktivasi berkontribusi terhadap pembentukan NO, radikal bebas, dan Et-1 yang menciptakan siklus kerusakan. Magnesium merupakan antioksidan yang menghambat aktivasi astrosit¹⁹.

Hasil penelitian prevalensi defisiensi asupan mikronutrien penduduk dewasa Indonesia tahun 2018 menunjukkan prevalensi defisiensi Fe, Zn, vitamin A dan C sebesar 32,4%, 35,5%, 44,8% dan 71,4% secara berturut-turut²⁰. Berdasarkan rasional tersebut dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan asupan mikronutrien pada mahasiswa dengan dan tanpa CVS selama pembelajaran daring yang diimplementasikan pada pandemi COVID-19. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan asupan mikronutrien yang berperan dalam fungsi penglihatan (Vitamin A, Retinol, Vitamin C, Vitamin E, Fe, Zn, Mg, Cu,

dan Omega 3) antara mahasiswa dengan dan tanpa CVS. Pada penelitian ini dipilih subjek mahasiswa Prodi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta (FIKES UPNVJ) agar data *food recall* yang didapatkan valid meskipun diambil secara daring.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Oktober 2022 menggunakan desain *cross-sectional* pada populasi mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi FIKES UPNVJ. Besar sampel dihitung menggunakan rumus uji beda proporsi dua kelompok kategorik tidak berpasangan dengan $\alpha = 5\%$, $\beta = 80\%$, $P_1 = 0,433$ dan $P_2 = 0,866$. Nilai P_1 dan P_2 diambil dari penelitian sebelumnya²¹. Hasil perhitungan didapatkan minimal sampel adalah 36 orang. Selanjutnya hasil perhitungan ditambah 10% untuk mengantisipasi kemungkinan *drop out*, sehingga didapatkan besar sampel 40 orang.

Kriteria inklusi subjek penelitian adalah mahasiswa aktif, menggunakan laptop/*smartphone* minimal 2 jam/hari, ketajaman penglihatan normal (emetropia) atau memakai kacamata minus maksimal 3 dioptri (miopia ringan), dan bersedia menjadi subjek penelitian. Mahasiswa yang sedang mengonsumsi suplemen makanan, memiliki riwayat operasi pada mata, mempunyai kelainan pada mata, memiliki riwayat alergi pada mata, menggunakan lensa kontak, menggunakan obat tetes mata, sedang minum obat antidepresan, antihistamin, *beta bloker*, kortikosteroid, diuretik atau pengganti hormon, memiliki riwayat penyakit diabetes, *Sjogren's disease*, *rheumatoid arthritis*, atau gangguan fungsi tiroid dieksklusi dari penelitian.

Penelitian ini mendapatkan surat lolos kaji etik Nomor: 49/III/2022/KEPK dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan UPNVJ. Subjek diminta mengisi kuesioner demografi dan kuesioner perilaku menggunakan komputer yang waktunya bersamaan dengan pengambilan data asupan mikronutrien. Sebelum mengambil data, peneliti menjelaskan prosedur pengambilan data dan makna setiap butir kuesioner kepada subjek melalui pertemuan daring. Kuesioner CVS, demografi, dan perilaku dibuat dalam bentuk *Google form*. Kuesioner *food recall* dibuat dalam format *msword* dan diunggah oleh subjek pada *Google drive*.

Data rata-rata asupan mikronutrien harian diambil menggunakan metode survei konsumsi pangan *food recall* 24 jam. Subjek diminta mengisi sendiri formulir *food recall (self-report)* sebanyak 4 kali²² pada hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat. Selanjutnya data *food recall* 24 jam tersebut dianalisis menggunakan aplikasi *Nutrisurvey2007* yang dibuat oleh Dr. Juergen Erhardt yang sudah ditambahkan daftar makanan Indonesia sesuai dengan TKPI 2019 dan data makanan/minuman lainnya menyesuaikan dengan asupan subjek. Pada penelitian didapatkan 45 subjek yang sesuai kriteria. Namun, 9 subjek di-*drop out* karena tidak memenuhi perhitungan kebutuhan kalori harian sebesar 1100-1600 kalori. Hal itu disebabkan subjek tidak menuliskan asupan makanan dan minuman secara benar ke dalam formulir *food recall* 24 jam. Pada penelitian didapatkan data 36 subjek, yang terdiri atas 34 orang perempuan dan dua orang laki-laki. Mengingat angka

kecukupan gizi juga ditentukan oleh jenis kelamin, pada penelitian ini hanya diolah data dari subjek perempuan saja.

Diagnosis CVS pada penelitian ini menggunakan *Computer Vision Syndrome Questionnaire (CVS-Q)* yang terdiri atas 16 pertanyaan tentang frekuensi dan intensitas setiap gejala. Ada tiga kategori frekuensi, yaitu skor 0 jika gejala tidak dirasakan, skor 1 jika gejala dirasakan seminggu sekali, dan skor 2 jika gejala dirasakan 2-3 kali seminggu atau hampir setiap hari. Intensitas dikategorikan menjadi dua, yaitu sedang dengan skor 1 dan berat dengan skor 2. Setiap gejala memiliki skor dari perkalian antara skor frekuensi dan skor intensitas. Selanjutnya skor dari setiap gejala dijumlahkan. Jika total skor ≥ 6 subjek mengalami CVS, sebaliknya jika total skor < 6 subjek tidak CVS. Hasil penelitian didapatkan CVS-Q valid dan reliabel dengan sensitivitas sebesar 75% dan spesifisitas sebesar 70%³. Pada penelitian ini CVS-Q telah diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia dan diuji pada 30 mahasiswa. Didapatkan kuesioner tersebut valid dan reliabel dengan Cronbach's alpha = 0,740.

Data dianalisis menggunakan *software* SPSS. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik variabel. Uji Shapiro-Wilk digunakan untuk mengetahui distribusi (sebaran) data. Selanjutnya dilakukan uji beda untuk membandingkan karakteristik subjek dan perilaku subjek menggunakan komputer antara kelompok yang tidak CVS dan kelompok yang CVS. Uji t tidak berpasangan atau uji Mann-Whitney digunakan untuk menguji hipotesis bahwa ada perbedaan asupan mikronutrien antara kelompok tidak CVS dan kelompok CVS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data didapatkan sebanyak 22 dari 34 (64,7%) subjek mengalami CVS. Hasil serupa didapatkan dari penelitian pada 300 mahasiswa kedokteran di Riyadh, Saudi Arabia yang menunjukkan tingginya persentase subjek yang mengalami simtom CVS. Sebanyak 38% subjek mengalami simtom yang lebih berat dan 48% subjek mengalami simtom dengan frekuensi yang lebih sering selama pandemi COVID-19 dibandingkan sebelum pandemi²³. Oleh karena itu, perlu upaya preventif terkait masalah CVS ini agar CVS tidak berlanjut atau semakin berat.

Terdapat sejumlah faktor individual yang meningkatkan risiko terjadinya CVS. Hasil penelitian menunjukkan prevalensi CVS meningkat seiring dengan bertambahnya usia, paling rendah ditemukan pada usia kurang dari 20 tahun, sebaliknya paling tinggi ditemukan pada usia 40 tahun atau lebih²⁴. Penelitian lain pada mahasiswa menunjukkan bahwa durasi menggunakan komputer sebanding dengan risiko CVS²⁵. Selain itu, kelainan refraksi yang tidak dikoreksi akan memicu peningkatan upaya akomodasi untuk mengompensasi penglihatan yang kabur sehingga secara signifikan meningkatkan simtom CVS²⁶. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa subjek yang menggunakan lensa koreksi untuk kelainan refraksi (kacamata) lebih berisiko mengalami CVS dibandingkan dengan tidak berkacamata²⁷. Hasil uji Mann-Whitney didapatkan tidak ada perbedaan usia, durasi menggunakan komputer dan

smartphone antara kelompok tidak CVS dan kelompok CVS. Hasil uji *Chi-square* didapatkan pula tidak ada perbedaan kelainan refraksi mata kanan dan mata kiri

antara kedua kelompok tersebut ($p > 0,05$) (Tabel 1). Dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan dalam penelitian tidak dipengaruhi oleh faktor individual.

Tabel 1. Perbandingan usia, durasi penggunaan perangkat digital, dan ketajaman penglihatan mahasiswa Prodi Gizi FIKES UPNVJ yang CVS dan yang tidak CVS

Karakteristik	Tidak CVS	CVS	p-value
Usia (tahun)	20 (18-21)	20 (19-22)	0,704 ^a
Menggunakan komputer (jam)	8 (2-10)	8 (3-11)	0,680 ^a
Menggunakan <i>smartphone</i> (jam)	7 (2-12)	6 (2-15)	0,689 ^a
Kelainan refraksi (mata kanan)			
Tidak ada (emetropia)	8 (44,4%)	10 (55,6%)	0,410 ^b
Rabun jauh (miopia)	4 (25,0%)	12 (75%)	
Kelainan refraksi (mata kiri)			
Tidak ada (emetropia)	9 (47,4%)	10 (52,6%)	0,195 ^b
Rabun jauh (miopia)	3 (20,0%)	12 (80,0%)	

CVS = computer vision syndrome; *signifikan jika $p < 0,05$

^aUji Mann-Whitney, ^bUji *Chi-square exact*

Sejumlah faktor yang dapat mencegah atau mengurangi simtom CVS adalah pencahayaan, kursi yang nyaman, posisi monitor, dan waktu istirahat. Direkomendasikan perilaku untuk mencegah atau mengurangi simtom CVS, yaitu: menggunakan komputer berjarak 45-70 cm dengan posisi monitor 15-20 derajat lebih rendah dari mata, pencahayaan ruang dan monitor cukup terang, pantulan cahaya lingkungan di monitor minimal, posisi duduk tegak di kursi yang nyaman, mengimplementasikan 20-20-20

rule (beristirahat selama 20 detik dengan memandang sesuatu yang berjarak 20 *feet* setiap 20 menit), beristirahat selama 15 menit setelah menggunakan komputer selama 2 jam, dan sengaja mengedipkan mata². Hasil penelitian didapatkan tidak ada perbedaan perilaku menggunakan komputer antara kelompok tidak CVS dan kelompok CVS (Tabel 2). Dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan dalam penelitian ini tidak dipengaruhi oleh perilaku menggunakan komputer.

Tabel 2. Perbandingan perilaku menggunakan komputer mahasiswa Prodi Gizi FIKES UPNVJ yang CVS dan yang tidak CVS

Perilaku	Tidak CVS	CVS	p-value
Menggunakan kursi yang nyaman			
Tidak pernah	4 (57,1%)	3 (42,9%)	0,352 ^a
Kadang-kadang	5 (26,3%)	14 (73,7%)	
Seringkali	3 (37,5%)	5 (62,5%)	
Duduk dengan postur ergonomis			
Tidak pernah	2 (50%)	2 (50%)	0,669 ^a
Kadang-kadang	6 (30%)	14 (70%)	
Seringkali	4 (40%)	6 (60%)	
Jarak mata ke monitor 60-70 cm			
Tidak pernah	0 (0%)	1 (100%)	0,664 ^a
Kadang-kadang	5 (29,4%)	12 (70,6%)	
Seringkali	7 (43,8%)	9 (56,3%)	
Monitor lebih rendah dari mata			
Tidak pernah	1 (25%)	3 (75%)	0,098 ^a
Kadang-kadang	2 (15,4%)	11 (84,6%)	
Seringkali	9 (52,9%)	8 (47,1%)	
Mengimplementasikan 20-20-20 <i>rule</i>			
Tidak pernah	4 (25%)	12 (75%)	0,346 ^a
Kadang-kadang	8 (47,1%)	9 (52,9%)	
Seringkali	0 (0%)	1 (100%)	
Beristirahat minimal 15 menit setiap 2 jam			
Tidak pernah	1 (20%)	4 (80%)	0,607 ^a
Kadang-kadang	6 (31,6%)	13 (68,4%)	
Seringkali	5 (50%)	5 (50%)	
Sengaja mengedipkan mata			
Tidak pernah	2 (50%)	2 (50%)	0,883 ^a
Kadang-kadang	5 (35,7%)	9 (64,3%)	
Seringkali	5 (31,3%)	11 (68,8%)	
Pencahayaan ruang cukup terang			
Tidak pernah	1 (50%)	1 (50%)	1,000 ^a

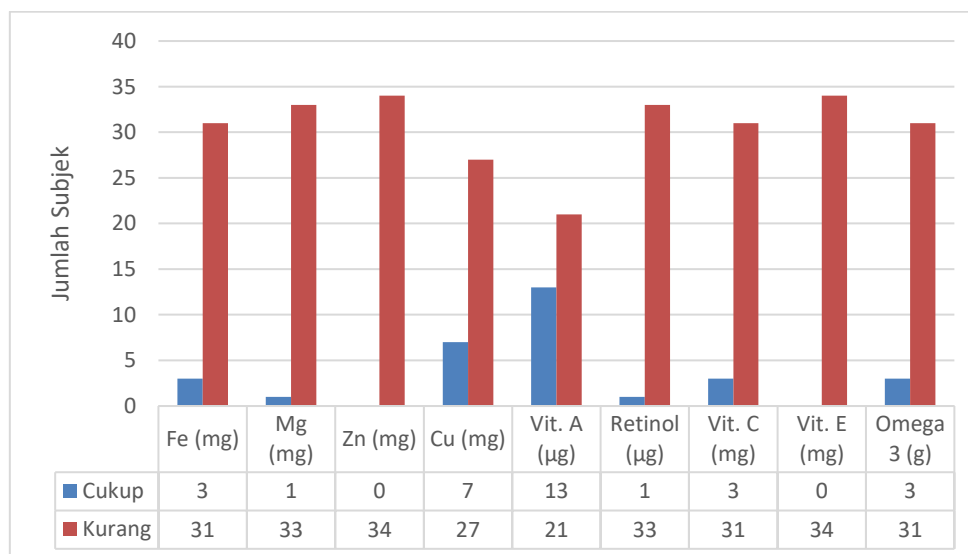
Perilaku	Tidak CVS	CVS	p-value
Kadang-kadang	2 (28,6%)	5 (71,4%)	
Seringkali	9 (36%)	16 (64%)	
Pencahayaannya monitor cukup terang			
Tidak pernah	0 (0%)	1 (100%)	
Kadang-kadang	6 (31,6%)	13 (68,4%)	0,816 ^a
Seringkali	6 (42,9%)	8 (57,1%)	
Pantulan cahaya lingkungan di monitor minimal			
Tidak pernah	0 (0%)	2 (100%)	
Kadang-kadang	9 (45%)	11 (55%)	0,421 ^a
Seringkali	3 (25%)	9 (75%)	

CVS = computer vision syndrome; *signifikan jika $p < 0,05$

^aUji Chi-square exact

Data rata-rata asupan mikronutrien subjek yang didapat dibandingkan dengan angka kecukupan gizi yang dianjurkan untuk masyarakat Indonesia berdasarkan Permenkes RI No. 28 Tahun 2019²⁸. Hasil penelitian ini menunjukkan sebagian besar subjek kurang asupan mikronutrien yang penting untuk struktur dan fungsi penglihatan (Gambar 1). Asupan mikronutrien yang kurang dapat disebabkan oleh kurang asupan buah dan sayur. Pada subjek penelitian ini didapatkan rata-rata (minimal-maksimal) asupan sayur 38,1 (0 - 76,3) g/hari dan asupan buah 40,4 (0 - 187,5) g/hari. Hasil penelitian

ini sejalan dengan data Riskesdas Tahun 2018 yang menunjukkan 95,5% penduduk Indonesia kurang asupan buah dan sayur²⁹. Penelitian lain menunjukkan bahwa diet cafetaria dan diet vegetarian pada era modern saat ini merupakan penyebab defisiensi mikronutrien vitamin A³⁰. Mengingat sebagian besar asupan mikronutrien subjek kurang, perlu dilakukan edukasi tentang pentingnya diet untuk mendukung struktur dan fungsi penglihatan di era tingginya penggunaan perangkat digital saat ini.



Gambar 1. Asupan Mikronutrien Subjek Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi

Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ada perbedaan asupan mikronutrien Vitamin A, Retinol, Vitamin C, Vitamin E, Omega 3, Fe, Mg, dan Cu pada kedua kelompok ($p > 0,05$). Namun, asupan Zn pada kelompok CVS lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tidak CVS ($p = 0,036$; CI = 0,125-2,716) (Tabel

3). Hasil penelitian ini sejalan dengan sejumlah hasil penelitian yang menunjukkan peran penting Zn untuk menjaga fungsi okular, bahkan konsentrasi Zn pada jaringan okular lebih tinggi dibandingkan dengan jaringan lainnya³¹.

Tabel 3. Perbandingan asupan mikronutrien mahasiswa Prodi Gizi FIKES UPNVJ yang CVS dan yang tidak CVS

Mikronutrien	Tidak CVS	CVS	p-value
Fe (mg)	6,43 ± 2,37	5,09 ± 1,85	0,079 ^a
Mg (mg)	159,8 (96,6 - 652,9)	145,4 (74,2 - 260,9)	0,505 ^b
Zn (mg)	5,48 ± 1,97	4,06 ± 0,96	0,034 ^{a*}
Cu (mg)	0,65 (0,45-3,18)	0,73 (0,25-1,53)	0,678 ^b
Vitamin A (µg)	722,1 (378,6 - 2068,6)	669,1 (176,6 - 1347,0)	0,773 ^b
Retinol (µg)	153,5 (37,9 - 1337,9)	83,9 (14,7 - 673,0)	0,056 ^b

Mikronutrien	Tidak CVS	CVS	p-value
Vitamin C (mg)	20,1 (5,05 – 97,1)	21,8 (2,5 –165,2)	0,914 ^b
Vitamin E (mg)	3,81 ± 1,16	3,12 ± 1,25	0,122 ^a
Omega 3 (g)	0,125 (0,00 – 1,28)	0,030 (0,00 – 139,7)	0,098 ^b

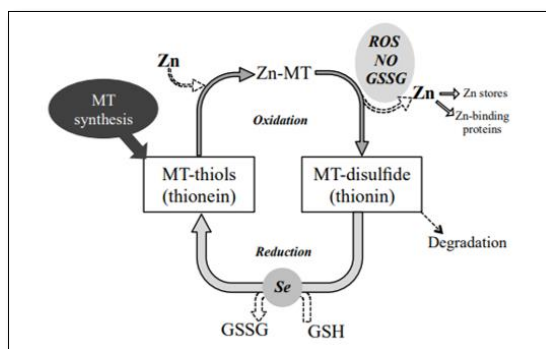
CVS = computer vision syndrome; *signifikan jika $p < 0,05$

^aUji t tidak berpasangan

^bUji Mann-Whitney

Jaringan okular banyak mengandung antioksidan Metalotionein (MT). Metalotionein berperan menangkap dan menetralkan radikal bebas melalui reaksi redoks dengan mengikat dan melepaskan Zn. Siklus redoks Zn-MT merupakan sistem pertahanan antioksidan di permukaan okular, lensa, retina, dan pigmen epitel retina. Metalotionein menangkap dan menetralkan radikal bebas melalui ligan sistein sulfur yang berperan sebagai donor ion Zn. Pada kondisi lingkungan teroksidasi, Zn yang berikatan dengan MT dilepaskan sehingga terbentuk MT-disulfide (*thionin*). Proses ini

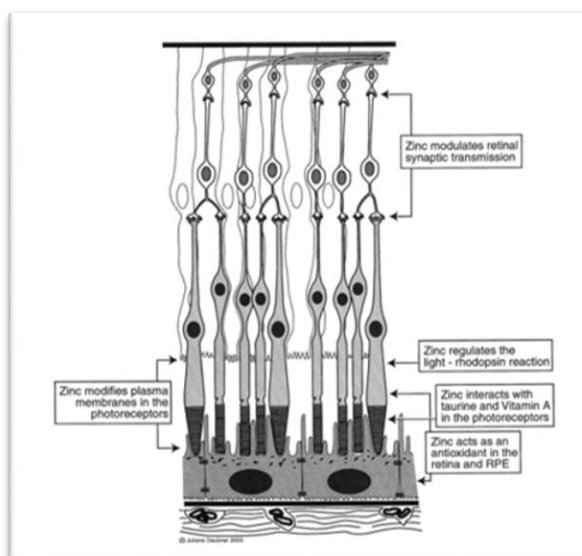
meningkat jika ada radikal bebas seperti *nitric oxide*, ROS, dan GSSG. Zinc yang dilepaskan dapat disimpan (*zincosomes*) atau ditransfer ke protein lainnya yang dapat mengikat Zn. MT-disulfide bersifat tidak stabil dan dapat terdegradasi. Pada peningkatan rasio glutation/glutation disulfide (GSH/GSSG), MT disulfide direduksi menjadi MT-thiol (*thionein*) yang prosesnya dikatalisis oleh selenium. Zn-MT dapat terbentuk kembali jika tersedia Zn (Gambar 2)¹². Zinc dapat pula menetralkan radikal bebas melalui glutation karena Zn merupakan kofaktor dari glutation peroksidase³².



Gambar 2. Siklus Redoks MT-Zn¹²

Hasil penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa Zn dapat menurunkan faktor transkripsi NF- κ B dan gen proinflamasi TNF- α , IL-6, IL-8, and IL-1, serta ekspresi gen of A20 and PPAR- γ yang menghambat aktivasi NF- κ B. Dapat disimpulkan bahwa Zn merupakan antiinflamasi yang kuat³². Zinc juga mempunyai sejumlah fungsi lain

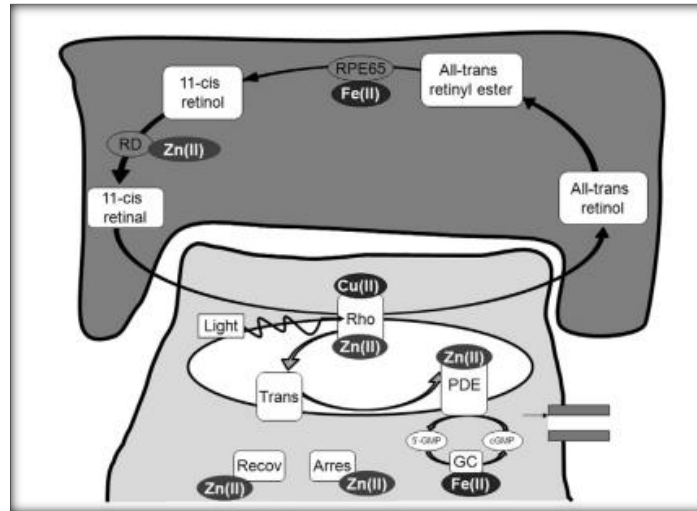
diantaranya berinteraksi dengan taurin dan vitamin A pada retina dan pigmen epitel retina, memodifikasi membran fotoreseptor, meregulasi reaksi cahaya-rhodopsin, dan memodulasi transmisi sinaps (Gambar 3)³¹.



Gambar 3. Fungsi Zn pada retina dan pigmen epitel retina³¹

Zinc diperlukan pula untuk: 1) fungsi *retinol dehydrogenase* (RD), suatu enzim yang berperan memproses retinol dalam siklus visual, 2) fungsi *phosphodiesterase* (PDE) yang mengatalisis hidrolisis cGMP dan menyebabkan penutupan *cGMP-gated channel* dan menghambat influks Na^{2+} & Ca^{2+} , 3) berikatan dengan membran luar segmen sel batang

(Recov), protein yang berperan sebagai deaktivasi rhodopsin setelah stimulasi cahaya pada rhodopsin, 4) stabilitas dan fungsi rhodopsin (Gambar 4)¹⁶. Hasil penelitian *in vivo* pada *Raja erinacea* menunjukkan bahwa Zn berfungsi melindungi neuron retina dari toksisitas glutamat dengan cara menghambat influks ion Ca^{2+} ³³.



Gambar 4. Fungsi ion Fe, Zn, dan Cu pada fotoreseptor dan pigmen epitel retina¹⁶

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa pemberian selama sebulan tablet ekstrak Zn, *L-carnitine*, *elderberry extract*, *black currant*, dan *Eleutherococcus* dapat menurunkan skor simtom CVS secara bermakna pada 15 pekerja yang menggunakan *video display terminal* (VDT)⁷. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa pemberian suplemen mikronutrien dalam bentuk pil yang mengandung Zn, Cu, Mn, Se, vitamin A, vitamin C, vitamin E, tirosin, sistein, glutation, DHA, EPA, dan *docosapentaenoic acid* (DPA) selama tiga bulan pada pekerja perempuan yang menggunakan komputer dapat mengurangi kadar sitokin inflamasi IL-1 β dan IL-6 dalam airmata serta menghilangkan simtom mata kering, mata terbakar, mata terasa berat dan penglihatan kabur¹⁰. Kedua hasil penelitian tersebut menunjukkan potensi sejumlah mikronutrien untuk mengatasi masalah CVS.

Penelitian ini merupakan survei awal yang membandingkan asupan mikronutrien pada mahasiswa dengan dan tanpa CVS. Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan, yaitu: 1) hasil penelitian tidak dapat digeneralisasi ke populasi umum karena subjek penelitian ini terbatas hanya pada subjek perempuan; 2) data asupan mikronutrien diambil secara daring dan subjek melaporkannya secara mandiri (*self-report*), sehingga memungkinkan subjek tidak mengisi kuesioner dengan benar atau jujur. Berkaitan dengan hal ini, peneliti telah berupaya meminimalkannya dengan memilih subjek mahasiswa dari Prodi Ilmu Gizi, menjelaskan prosedur penelitian dan makna dari setiap butir kuesioner, serta memberikan nomor kontak peneliti jika subjek ingin bertanya terkait penelitian, 3) penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *food recall* sebanyak 4 kali cukup untuk menggambarkan asupan mikronutrien²². Meskipun demikian akan lebih akurat jika pada penelitian data *food*

recall dapat diambil sebanyak 7 kali agar sejalan dengan data kuesioner CVS yang menggambarkan masalah penglihatan subjek selama seminggu terakhir.

KESIMPULAN

Sebanyak 22 dari 34 (64,7%) subjek penelitian ini mengalami CVS. Pada penelitian didapatkan sebagian besar asupan mikronutrien (Vitamin A, Retinol, Vitamin C, Vitamin E, Fe, Mg, Cu, dan Omega 3) kurang. Tidak ada perbedaan asupan mikronutrien tersebut pada kelompok CVS dan tidak CVS. Namun, asupan Zn pada kelompok CVS lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tidak CVS. Berdasarkan pembahasan bahwa Zn mempunyai sejumlah fungsi dalam penglihatan dan konsentrasinya tinggi pada jaringan okular, dapat disimpulkan bahwa asupan Zn, penting untuk mencegah CVS. Diperlukan penelitian lanjutan tentang manfaat suplementasi Zn untuk mencegah CVS.

ACKNOWLEDGEMENTS

Terima kasih kepada Bayu Saputra, mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, yang membantu dalam pengambilan data penelitian.

Konflik Kepentingan dan Sumber Pendanaan

Semua penulis tidak memiliki conflict of interest terhadap artikel ini. Penelitian ini didanai secara mandiri oleh peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ganne, P., Najeeb, S., Chaitanya, G., Sharma, A. & Krishnappa, N. C. Digital Eye Strain Epidemic amid COVID-19 Pandemic—A Cross-sectional Survey. *Ophthalmic Epidemiol* **28**, 285–292 (2021).

2. American Optometric Association. Computer Vision Syndrome. AOA.org <https://www.aoa.org/patients-and-public/caring-for-your-vision/protecting-your-vision/computer-vision-syndrome?sso=y> (2019).
3. Seguí, M. D. M., Cabrero-García, J., Crespo, A., Verdú, J. & Ronda, E. A reliable and valid questionnaire was developed to measure computer vision syndrome at the workplace. *J Clin Epidemiol* **68**, 662–673 (2015).
4. Mowatt, L., Gordon, C., Santosh, A. B. R. & Jones, T. Computer vision syndrome and ergonomic practices among undergraduate university students. *Int J Clin Pract* **72**, (2018).
5. Abudawood, G. A., Ashi, H. M. & Almarzouki, N. K. Computer Vision Syndrome among Undergraduate Medical Students in King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. *J Ophthalmol* **2020**, (2020).
6. Bhargava, R., Kumar, P., Phogat, H., Kaur, A. & Kumar, M. Oral omega-3 fatty acids treatment in computer vision syndrome related dry eye. *Cont Lens Anterior Eye* **38**, 206–210 (2015).
7. Rossi, G. C. M., Scudeller, L., Bettio, F. & Milano, G. A pilot, phase ii, observational, case-control, 1-month study on asthenopia in video terminal operators without dry eye: Contrast sensitivity and quality of life before and after the oral consumption of a fixed combination of zinc, l-carnitine, extract of elderberry, currant, and extract of eleutherococcus. *Nutrients* **13**, (2021).
8. Zhao, Z. C., Zhou, Y., Tan, G. & Li, J. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *International Journal of Ophthalmology* vol. 11 1999–2003 Preprint at <https://doi.org/10.18240/ijo.2018.12.20> (2018).
9. Choi, J. H. *et al.* The influences of smartphone use on the status of the tear film and ocular surface. *PLoS One* **13**, (2018).
10. Ribelles, A. *et al.* Ocular Surface and Tear Film Changes in Older Women Working with Computers. *Biomed Res Int* **2015**, (2015).
11. Pflugfelder, S. C. & de Paiva, C. S. The Pathophysiology of Dry Eye Disease: What We Know and Future Directions for Research. *Ophthalmology* **124**, S4–S13 (2017).
12. Álvarez-Barrios, A. *et al.* Antioxidant defenses in the human eye: a focus on metallothioneins. *Antioxidants* **10**, (2021).
13. Tuj Johra, F., Kumar Bepari, A., Tabassum Bristy, A. & Mahmud Reza, H. A mechanistic review of β -carotene, lutein, and zeaxanthin in eye health and disease. *Antioxidants* vol. 9 1–21 Preprint at <https://doi.org/10.3390/antiox9111046> (2020).
14. Whatham, A. *et al.* Vitamin and mineral deficiencies in the developed world and their effect on the eye and vision. *Ophthalmic and Physiological Optics* vol. 28 1–12 Preprint at <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2007.00531.x> (2008).
15. Stringham, J. M., Stringham, N. T. & O'Brien, K. J. Macular carotenoid supplementation improves visual performance, sleep quality, and adverse physical symptoms in those with high screen time exposure. *Foods* **6**, 1–13 (2017).
16. Ugarte, M., Osborne, N. N., Brown, L. A. & Bishop, P. N. Iron, zinc, and copper in retinal physiology and disease. *Surv Ophthalmol* **58**, 585–609 (2013).
17. Ajith, T. A. Possible therapeutic effect of magnesium in ocular diseases. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology* vol. 31 Preprint at <https://doi.org/10.1515/jbccp-2019-0107> (2020).
18. Ekici, F. *et al.* The Role of Magnesium in the Pathogenesis and Treatment of Glaucoma. *Int Sch Res Notices* **2014**, 1–7 (2014).
19. Akioud, W., Hamzi, A., Khmaily, M., Mozarie, Y. & Oubaa, A. GlaucoMag Study: Does Magnesium Improve Patients with Primary Open Angle Glaucoma (POAG)? *European Journal of Medical and Health Sciences* **4**, 50–53 (2022).
20. Prasetyo TJ. Prevalensi defisiensi asupan gizi mikro penduduk dewasa Indonesia menggunakan metode probabilitas serta elastisitas konsumsi pangan. (Institut Pertanian Bogor, 2018).
21. Ranganatha SC & Jaikhani S. Prevalence and associated risk factors of computer vision syndrome among the computer science students of an Engineering College of Bengaluru- a cross-sectional study. *Galore International Journal of Health Sciences and Research* **4**, 10–15 (2019).
22. Holmes, B., Dick, K. & Nelson, M. A comparison of four dietary assessment methods in materially deprived households in England. *Public Health Nutr* **11**, 444–456 (2008).
23. Almousa, A. *et al.* Prevalence of Computer Vision Syndrome and Patterns of Electronic Devices Usage before and during COVID-19 Pandemic among Medical Students in Riyadh, Saudi Arabia. (2022) doi:10.21203/rs.3.rs-1103049/v1.
24. Ranasinghe, P. *et al.* Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: An evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Res Notes* **9**, (2016).
25. Logaraj, M., Madhupriya, V. & Hegde, S. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Ann Med Health Sci Res* **4**, 179–185 (2014).
26. Gowrisankaran, S. & Sheedy, J. E. Computer vision syndrome: A review. *Work* **52**, 303–314 (2015).
27. Assefa, N. L., Weldemichael, D. Z., Alemu, H. W. & Anbesse, D. H. Prevalence and associated factors of computer vision syndrome among bank workers in Gondar city, Northwest Ethiopia, 2015. *Clin Optom (Auckl)* **9**, 67–76 (2017).
28. Kemenkes. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019*. http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No__28_Th_2019_ttg_Angka_Kecukupan_Gizi_Yang_Dianjurkan_Untuk_Masyarakat_Inonesia.pdf (2019).
29. Kemenkes. *Hasil Utama RISKESDAS 2018*. https://drive.google.com/file/d/1MRXC4IMDera5949ezbbHj7UCUj5_EQmY/view (2018).

30. Faustino, J. F. *et al.* Vitamin A and the eye: An old tale for modern times. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia* vol. 79 56–61 Preprint at <https://doi.org/10.5935/0004-2749.20160018> (2016).
31. Grahn, B. H., Paterson, P. G., Gottschall-Pass, K. T. & Zhang, Z. Zinc and the eye. *Journal of the American College of Nutrition* vol. 20 106–118 Preprint at <https://doi.org/10.1080/07315724.2001.10719022> (2001).
32. Savarino, F. & Pucino, L. Micronutrient supplements and eye diseases. *J Comm Med and Pub Health Rep* **2**, 1–14 (2021).
33. Anastassov, I., Ripps, H. & Chappell, R. L. Cytoprotection by endogenous zinc in the vertebrate retina. *J Neurochem* **129**, 249–255 (2014).