

**TINJAUAN PUSTAKA****KOMPARASI *WORKING MEMORY* MUSISI DAN NONMUSISI: SEBUAH TINJAUAN PUSTAKA**Ni Made Bintang Damar Sari,<sup>1</sup> Luh Kadek Pande Ary Susilawati<sup>1</sup>**ABSTRAK**

**Pendahuluan:** *Working memory* merupakan salah satu dari tiga komponen *executive function* yang mempunyai empat komponen yaitu *central executive*, *phonological loop*, *visuospatial sketchpad*, dan *episodic buffer*. Banyak penelitian telah mengkaji *working memory* pada musisi dan nonmusisi yang menemukan bahwa performa *working memory* pada musisi mengungguli nonmusisi.

**Pembahasan:** *Working memory* mempunyai tiga komponen yang masing-masing mempunyai peran dalam aktivitas yang dilakukan oleh individu. Selain itu, *working memory* juga sensitif terhadap berbagai faktor, salah satunya adalah pelatihan musik. Pelatihan musik dinilai dapat memengaruhi *working memory* dan dapat berdampak secara positif terhadap kemampuan *working memory*. Adanya pengaruh dari pelatihan musik kemudian membuat adanya perbedaan performa dari *working memory* pada musisi saat dibandingkan dengan nonmusisi.

**Simpulan:** Keunggulan *working memory* tidak ditemukan secara konsisten pada setiap penelitian yang membandingkan musisi dan nonmusisi. Namun, secara garis besar, hasil penelitian menunjukkan bahwa musisi mempunyai performa *working memory* yang lebih unggul dibandingkan nonmusisi. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor pelatihan musik dan beragamnya keunggulan musisi dapat disebabkan oleh perbedaan pelatihan musik yang dilakukan.

**Kata kunci:** Musisi, non musisi, pelatihan musik, *working memory*

**ABSTRACT**

**Introduction:** *Working memory* is a component of *executive function* that has four components, namely *central executive*, *phonological loop*, *visuospatial sketchpad*, and *episodic buffer*. Many studies examining *working memory* in musicians and non-musicians have found that *working memory* performance in musicians outperforms non-musicians.

**Discussion:** *Working memory* has three components which each have a role in the activities carried out by the individual. Apart from that, *working memory* is also sensitive to various factors, including musical training. Music training is considered to influence *working memory* and can have a positive impact on *working memory* abilities. The influence of musical training then results in differences in the performance of *working memory* in musicians when compared to non-musicians.

**Conclusion:** *Working memory* advantages have not been consistently found in every study comparing musicians and non-musicians. However, the research results generally show that musicians have superior *working memory* performance compared to non-musicians. Musical training factors can cause this and differences in musical training can cause the diversity of musicians' excellence.

**Keywords:** Musicians, music training, , non-musicians, *working memory*,

**PENDAHULUAN**

*Working memory* merupakan salah satu dari tiga komponen *executive function*. *Executive function* merupakan sistem fungsi yang mengatur perilaku manusia untuk diarahkan pada tujuan, pengendalian pikiran, dan respons dari manusia secara mapan dan otomatis.<sup>[1]</sup> Sebagai komponen dari *executive function*, *working memory* mempunyai peranan yang penting dalam berbagai tugas yang kompleks, seperti pemahaman bahasa, perhitungan dan aritmatika, penalaran silogistik, maupun kontrol persepsi dinamis.<sup>[2]</sup> Hal ini menjadikan *working memory* selalu dilibatkan dalam berbagai aktivitas yang dilakukan oleh individu.

Sebagai salah satu fungsi *executive function*, *working memory* juga terlibat dalam aktivitas bermain musik. Kegiatan bermain musik memerlukan tuntutan kognitif yang tinggi pada *working memory*. Ketika mendengarkan musik, *working memory* akan mengekstraksi tonal, harmonik, dan ritme dari bagian musik sehingga dapat dipahami.<sup>[3]</sup>

Beberapa peneliti telah mengkaji mengenai perbandingan *working memory* pada musisi dan nonmusisi. Hasilnya ditemukan bahwa musisi menunjukkan performa *working memory* yang lebih tinggi. Pada musisi, pemeliharaan *working memory* ditemukan mempunyai kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan nonmusisi.<sup>[4,5]</sup> Namun, penelitian lain menemukan bahwa musisi

<sup>1</sup> Program Studi Sarjana Psikologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

mengungguli nonmusisi pada manipulasi dan pembaruan informasi.<sup>[6,7]</sup>

Temuan-temuan dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa performa *working memory* musisi mengungguli nonmusisi. Namun, keunggulan yang ditunjukkan dalam hal yang berbeda. Maka dari itu, dalam tinjauan pustaka ini akan membahas mengenai performa *working memory* pada musisi dan nonmusisi, serta mengapa musisi dapat mengungguli nonmusisi dalam performa *working memory*.

## PEMBAHASAN

### *Working memory*

*Working memory* pertama kali dicetuskan oleh Baddeley & Hitch pada tahun 1974 yang menjelaskan bahwa *working memory* menjadi suatu sistem yang mempunyai peran sentral dalam pemrosesan informasi manusia. *Working memory* adalah suatu model kembangan dari teori penyimpanan jangka pendek. Perbedaannya, penyimpanan jangka pendek hanya berfokus pada penyimpanan dari informasi, sedangkan *working memory* mengkombinasikan antara penyimpanan dan manipulasi informasi.<sup>[8]</sup>

Alan Baddeley mendefinisikan *working memory* adalah sistem dengan kapasitas yang terbatas sehingga memungkinkan adanya penyimpanan sementara dan manipulasi informasi yang diperlukan untuk tugas-tugas yang kompleks seperti pemahaman, pembelajaran, dan penalaran.<sup>[9]</sup> Pada awalnya terdapat tiga komponen yang dimiliki oleh *working memory*, yaitu *central executive*, *phonological loop*, dan *visuospatial sketchpad*. *Central executive* terlibat dalam kontrol dan pengaturan sistem dari *working memory*; *phonological loop* bertanggung jawab terhadap informasi berbasis suara dan ucapan; sedangkan *visuospatial sketchpad* bertanggung jawab terhadap informasi visual.<sup>[10]</sup> Namun, pada tahun 2000, komponen *working memory* diperbarui menjadi empat dengan penambahan *episodic buffer* yang bertanggung jawab sebagai pemegang potongan informasi yang terintegrasi.<sup>[9]</sup>

*Central executive* membentuk adanya sistem kontrol pusat yang memilih dan menyusun beragam proses kontrol termasuk kontrol perilaku dan perhatian. Komponen ini merupakan komponen inti yang mempunyai tanggung jawab untuk mengkoordinasikan informasi dari dua sistem yang dibawah yaitu *phonological loop* dan *visuospatial sketchpad*.<sup>[11]</sup> Komponen ini mempunyai kapasitas yang terbatas dan beberapa diantaranya dikhususkan untuk penyimpanan informasi jangka pendek.<sup>[12]</sup> Selain itu, komponen ini juga mempunyai tiga sub proses, yaitu kapasitas untuk memusatkan perhatian, mengendalikan dan pembagian

perhatian, dan peralihan perhatian atau menentukan tugas yang berprioritas tinggi dalam kurun waktu tertentu.<sup>[13]</sup>

*Phonological loop* merupakan sistem penyimpanan singkat yang juga berfungsi sebagai sarana untuk mempertahankan suatu informasi dengan latihan vokal atau subvokal. Komponen *phonological loop* menjadi sistem pendukung komponen *central executive* dari *working memory*. Meskipun menjadi komponen pendukung, komponen ini tetap dapat menyediakan sarana untuk mengontrol tindakan.<sup>[8]</sup> Komponen ini mempunyai dua fungsi, yaitu sebagai penyimpanan informasi fonologis dan artikulasi yang mengubah materi visual menjadi kode fonologis.<sup>[10]</sup>

*Visuospatial sketchpad* adalah sistem atau komponen yang mampu untuk mempertahankan dan memanipulasi informasi visuospasial secara sementara, mempunyai peran penting terhadap orientasi spasial, dan memecahkan masalah terkait visuospasial. Komponen ini diasumsikan membentuk suatu antarmuka antara informasi spasial dan visual melalui indra atau memori jangka panjang. Hal ini memungkinkan berbagai saluran informasi visual untuk saling terhubung dengan informasi serupa. Informasi yang dimaksud adalah informasi yang bersifat motorik, taktik, dan haptik.<sup>[13]</sup>

Sesuai dengan namanya, yaitu *episodic buffer* atau penyangga episodik, komponen ini bertindak sebagai penyimpanan penyangga. Tidak hanya menghubungkan antar komponen *working memory*, *episodic buffer* juga menghubungkan *working memory* dengan persepsi dan penyimpanan jangka panjang. Komponen ini mampu untuk melakukan hal tersebut karena *episodic buffer* mampu menyimpan representasi secara multidimensional, tetapi mempunyai kapasitas yang terbatas.<sup>[8]</sup> Komponen ini berperan sebagai penyimpanan sementara yang berkapasitas terbatas dan mampu untuk mengintegrasikan informasi yang berasal dari berbagai sumber.<sup>[9]</sup>

Sebagaimana pandangan pemrosesan informasi, *working memory* mengalami perkembangan yang signifikan pada usia remaja.<sup>[14]</sup> Dari masa anak-anak hingga remaja, terjadi peningkatan yang besar dalam kinerja *working memory*. Selanjutnya, kinerja *working memory* mulai setara dari remaja akhir hingga dewasa awal dan mengalami penurunan pada usia akhir. Secara lebih spesifik, perubahan menuju kematangan *working memory* dimulai dari usia 14 dan mengalami puncak kematangan pada usia 19 tahun.<sup>[15]</sup>

*Working memory* sensitif terhadap berbagai faktor atau situasi. Akibatnya,

individu dapat menunjukkan performa *working memory* yang berbeda-beda. Terdapat dua kategori faktor yang dapat memengaruhi *working memory*, yaitu faktor perbedaan individu dan faktor manipulasi (lingkungan).<sup>[16]</sup> Faktor manipulasi atau lingkungan ini umumnya merupakan faktor yang bersifat sementara dan umumnya dapat diberikan secara acak atau diperoleh melalui intervensi. Faktor individu mencakup kecerdasan,<sup>[17-19]</sup> usia,<sup>[20-23]</sup> jenis kelamin,<sup>[24,25]</sup> kepribadian,<sup>[16,26,27]</sup> dan penyakit mental atau kondisi medis.<sup>[16]</sup> Di sisi lain, faktor manipulasi mencakup pendidikan,<sup>[28,29]</sup> emosi,<sup>[16,30]</sup> stres atau kecemasan,<sup>[16,31,32]</sup> diet,<sup>[33-35]</sup> keinginan untuk merokok,<sup>[16,36,37]</sup> ancaman stereotip,<sup>[16,38-41]</sup> suhu lingkungan,<sup>[16,42]</sup> *mindfulness*,<sup>[43,44]</sup> praktik tugas-tugas *working memory*,<sup>[16,45]</sup> jumlah jam tidur,<sup>[46-48]</sup> bilingualisme,<sup>[16,49-52]</sup> pelatihan musik,<sup>[16,53-55]</sup> ketinggian lingkungan atau hipoksia,<sup>[16,56,57]</sup> olahraga,<sup>[16,58-61]</sup> diet nutrisi makanan tertentu,<sup>[16,62-66]</sup> penggunaan obat,<sup>[16,67,68]</sup> dan stimulasi pada otak.<sup>[69,70]</sup>

### **Pelatihan Musik : Faktor Yang Memengaruhi *Working memory***

Pelatihan musik telah dikaji efeknya terhadap kinerja *working memory* dan ditemukan bahwa pelatihan musik mempunyai efek yang menguntungkan.<sup>[54]</sup> Pelatihan musik dalam jangka panjang mempunyai hubungan dengan *working memory* auditori dan spasial yang lebih besar. Khususnya, pelatihan musik yang telah dilakukan selama bertahun-tahun menunjukkan adanya korelasi yang positif dengan *working memory*.<sup>[53]</sup>

Belajar instrumen dengan telinga (pendengaran) sangat bergantung pada kemampuan individu dalam menerima dan menyimpan informasi pendengaran, melodi, lalu memproduksi informasi yang diterima.<sup>[4]</sup> Musisi akan menguraikan melodi instrumen yang didengar, mentransferkannya ke otak untuk dianalisis, kemudian memberikan isyarat kepada tangan untuk memainkan pola melodi yang sama.<sup>[71]</sup> Pada proses ini, melibatkan komponen *phonological loop* yang bertanggung jawab terhadap pemrosesan informasi berbasis suara yaitu suara instrumen yang dimainkan. Proses ini juga menjadi pengembangan strategi artikulasi pada komponen *phonological loop* dari *working memory*. Akibatnya, individu menunjukkan peningkatan performa pada tes *phonological loop* yang dilakukan.<sup>[72]</sup> Selain itu, individu akan berkonsentrasi untuk mendengarkan melodi dan irama secara berulang hingga hafal.<sup>[7]</sup> Hal inilah yang kemudian dapat melatih dan meningkatkan *working memory*.

*Central executive* yang berperan dominan pada *working memory* juga dapat dikatakan terlibat secara menyeluruh saat musisi memainkan instrumen musik. Tugas

pertama *central executive* yaitu memusatkan perhatian dapat dikaitkan saat musisi berfokus dan berkonsentrasi terhadap instrumen musik sedang dimainkan. Tugas kedua yaitu mengendalikan dan pembagian perhatian dapat dikaitkan saat musisi yang harus memainkan instrumen sekaligus memperhatikan dan mendengarkan permainan instrumen dari musisi lainnya sehingga melodi instrumen musik secara keseluruhan dapat selaras. Musisi juga harus selektif dalam memfokuskan perhatiannya pada berbagai elemen atau instrumen musik yang terlibat dalam pertunjukan musik.<sup>[3]</sup> Selain itu, tugas kedua ini juga dapat dikaitkan pada individu yang bermain musik sambil berbaris. Individu akan mengalokasikan perhatiannya pada instrumen yang dimainkan dan pada posisi ketika berbaris.<sup>[7]</sup> Tugas ketiga yaitu menentukan tugas berprioritas tinggi dikaitkan saat musisi menerapkan nilai etika ketika sedang melakukan pentas musik. Musisi harus mempertimbangkan dan memikirkan dengan matang tindakan yang dilakukan ketika bermain instrumen sehingga penampilan instrumen dapat berjalan dengan baik.

Komponen *visuospatial sketchpad* juga terlibat dalam aktivitas bermain musik. Misalnya, saat musisi memainkan musik sesuai dengan partitur musik, menerjemahkan simbol nada-nada yang ditampilkan dalam partitur, menerjemahkannya menjadi perintah motorik, dan membuat memori frasa musik.<sup>[7]</sup> Dalam proses inilah komponen *visuospatial sketchpad* dilibatkan untuk menerjemahkan stimulus visual yang ditangkap sehingga dapat dipahami dan membuat individu bertindak untuk memainkan melodi atau nada musik sesuai dengan partitur.

Berdasarkan paparan sebelumnya, dapat diketahui bahwa aktivitas memainkan musik melibatkan *working memory*. Akibatnya, melalui aktivitas bermain musik ini, individu atau musisi dapat melatih kemampuan *working memory* yang dimiliki. Terutama dalam aktivitas atau pelatihan musik yang dilakukan secara berkesinambungan, dampak yang dihasilkan dapat meningkatkan performa dari *working memory*. Hal ini juga telah dibuktikan dalam beberapa penelitian *working memory* dengan melakukan intervensi berupa pelatihan musik pada partisipannya.

Di Jerman, anak-anak sekolah dasar diberikan pelatihan musik secara mingguan selama 45 menit. Instrumen yang dipilih oleh anak-anak tersebut, seperti gitar, biola, cello, seruling, terompet, *keyboard*, dan *drum* selama setengah tahun. Hasilnya, terdapat peningkatan performa *working memory* khususnya komponen *phonological loop*, dan peningkatan yang cenderung lebih rendah pada *central executive* dan *visuospatial sketchpad*. Berdasarkan temuan ini,

anak-anak yang mendapatkan pelatihan musik mendapatkan manfaat yang menguntungkan dalam melatih dan menyimpan informasi fonologis.<sup>[72]</sup>

Serupa dengan penelitian sebelumnya, dilakukan juga penelitian eksperimen yang melibatkan anak-anak usia 6-8 tahun di Jepang. Eksperimen dilakukan dengan memberikan pelatihan musik kepada anak-anak berupa harmonika. Kelompok yang diberikan intervensi mendapatkan pelatihan musik selama 6 minggu dengan 12 sesi latihan dan durasi 25 menit per sesi. Anak-anak yang berada di kelompok eksperimen mempelajari dua buah lagu yang familiar sembari berbaris. Hasilnya, intervensi berupa pelatihan musik memberikan dampak peningkatan *working memory* pada anak-anak.<sup>[7]</sup>

Selanjutnya, terdapat juga penelitian longitudinal yang melibatkan 119 anak-anak dengan rentang usia 6-10 tahun. Anak-anak dalam penelitian ini dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu kelompok bahasa, kelompok musik, dan kelompok kontrol. Pelatihan musik yang diberikan kepada anak-anak kelompok musik berlangsung selama dua semester dengan durasi pelatihan selama 50 menit-1 jam. Dalam pelatihan ini, anak-anak mendapatkan pelatihan fundamental ritme dan nada, membaca nada, dan menyanyi. Hasilnya, kelompok musik mengalami peningkatan performa *working memory*. Pelatihan musik yang dilakukan dalam penelitian ini ditemukan lebih berdampak pada peningkatan perhatian dan pemrosesan eksekutif pada *working memory*.<sup>[6]</sup>

### **Perbedaan Performa *Working Memory* Musisi dan Nonmusisi pada Anak-Anak dan Remaja**

Berbagai penelitian mengenai *working memory* pada musisi dan nonmusisi telah banyak dikaji dengan berbagai variasi. Berdasarkan pencarian literatur melalui web Google Scholar dengan rentang publikasi dari tahun 2010-2023 dengan kata kunci pencarian "*working memory musicians and nonmusicians*", ditemukan penelitian yang dilakukan dalam usia anak-anak, remaja, maupun dewasa. Intervensi yang diberikan pun juga beragam baik dalam durasi beberapa bulan hingga tahun dengan berbagai macam instrumen musik yang dimainkan dari instrumen musik klasik atau barat hingga instrumen musik tradisional. Namun, dalam pembahasan kali ini hanya dipilih literatur yang menggunakan alat ukur *digit span* sebagai instrumen pengukuran *working memory*. Hasilnya sebagian besar menunjukkan bahwa musisi mempunyai performa *working memory* yang lebih baik dibandingkan dengan nonmusisi.

Pada anak-anak, ditemukan adanya perbedaan performa *working memory* setelah

dilakukannya pelatihan musik. Di Jepang pada tahun 2018, sejumlah 54 anak-anak berusia 6-8 tahun diukur kemampuan *working memory*-nya menggunakan *Digit Span Test* yang mencakup *Digit Span Forward* dan *Digit Span Backward* serta *Letter-Number Sequencing* dari subtes WISC-IV (*Wechsler Intelligence Scale for Children*) versi Jepang. Hasilnya, anak-anak yang mendapatkan pelatihan musik menunjukkan performa *working memory* yang lebih tinggi dibandingkan anak-anak tanpa pelatihan apapun pada pengukuran *digit span backward*. Namun, tidak ditemukan adanya perbedaan dalam pengukuran *working memory* menggunakan *digit span forward* dan *letter-number sequencing* pada kelompok anak-anak yang mendapatkan pelatihan musik yang dibandingkan kelompok anak-anak yang tidak mendapatkan pelatihan apapun. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan musik yang dilakukan oleh anak-anak ini tidak berdampak pada komponen *phonological loop* yang diukur menggunakan *digit span forward* dan hanya berdampak pada komponen *central executive* yang diukur menggunakan *digit span backward*.<sup>[7]</sup>

Di Cina pada tahun 2022, penelitian *working memory* dilakukan pada anak-anak yang berusia 6-10 tahun sejumlah 119 yang dibagi menjadi tiga kelompok yaitu anak-anak yang mendapat pelatihan musik, anak-anak yang mendapat pelatihan bahasa, dan anak-anak yang tidak mendapatkan pelatihan apapun. Pada kelompok pelatihan musik, anak-anak diberikan pelatihan selama 50 menit-1 jam dengan materi fundamental ritme dan nada, membaca dan menyanyi. Pada kelompok bahasa, anak-anak diberikan pelatihan bahasa Inggris yang memfokuskan pada materi dekode, fonik, dan kosakata. Setelah diberikan intervensi, performa *working memory* mereka akan diukur menggunakan *Digit Span* dari subtes WISC-IV versi Cina. Hasilnya, pelatihan musik berefek pada performa *working memory* pada tes dengan *digit span backward* dengan kelompok pelatihan musik yang mengungguli kelompok pelatihan bahasa dan kelompok tanpa pelatihan. Meskipun demikian, pelatihan musik tidak berdampak apapun pada performa *working memory* pada tes *digit span forward* yang menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan performa yang signifikan antara ketiga kelompok. Berdasarkan temuan ini dapat dipahami bahwa pelatihan musik yang dilakukan dalam penelitian ini cenderung berdampak pada atensi dan proses eksekutif yang diindikasikan oleh adanya peningkatan pada hasil tes *digit span backward*.<sup>[6]</sup>

Selanjutnya, pada tahun 2019 dilakukan penelitian longitudinal *working memory* pada anak-anak hingga remaja dengan usia 9-20 tahun yang berjumlah 106 partisipan dengan membandingkan kelompok musik dan

kelompok nonmusik. Hal ini dilakukan karena pada masa inilah terjadinya perkembangan yang signifikan dari *working memory*. Dalam penelitian ini, anak-anak dan remaja yang terlibat dalam kelompok musisi mulai memainkan instrumen musik sejak usia 7 tahun. Mereka mengikuti pembelajaran sekolah dasar yang menekankan adanya pelatihan musik dalam kurikulum. Pelatihan musik yang diberikan berupa paduan suara, ansambel, dan pertunjukan yang dipelajari dalam kelas mingguan. Disisi lain, kelompok nonmusik merupakan anak-anak dan remaja yang bersekolah atau pernah bersekolah di sekolah umum dengan pembelajaran musik berbasis kelompok tiap minggunya. Namun, pembelajaran musik yang dilakukan tidak mencakup pembelajaran memainkan instrumen musik.<sup>[4]</sup>

Dalam penelitian tersebut, *working memory* diukur menggunakan *Digit Span Test* dan tes TMT-A serta TMT-B. Berdasarkan penelitian yang dilakukan ini, ditemukan bahwa kelompok musik menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok nonmusik dalam tes *digit span forward* dan TMT-A. Dalam tes *digit span forward*, anak-anak dan remaja menunjukkan peningkatan performa *working memory* dalam tes *digit span forward* seiring bertambahnya usia. Namun, perbedaan performa *working memory* dalam TMT-A dan TMT-B pada kelompok musik dan kelompok nonmusik ini bergantung pada usia dari partisipan. Semakin bertambahnya usia, maka perbedaan performa antara *working memory* pada kedua kelompok semakin menurun.<sup>[4]</sup>

Pada tahun 2019 di India, penelitian *working memory* pada 30 anak-anak usia 10-15 tahun yang mendapatkan pelatihan musik dilakukan. Anak-anak yang terlibat dibedakan menjadi kelompok musik dan kelompok nonmusik. Kelompok musik merupakan anak-anak yang telah mendapatkan pelatihan musik karnatik selama lebih dari tiga tahun, sedangkan kelompok nonmusik terdiri dari anak-anak tanpa pelatihan musik secara formal. Dalam penelitian ini, *working memory* diukur menggunakan *Digit Span Test* dan *Operation Span Test*. Berdasarkan pengukuran ini, ditemukan bahwa kelompok musik menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan dengan kelompok nonmusik dalam tes *digit span backward* dan *decending span taks*. Pada pengukuran *working memory* menggunakan *operation span task*, tidak ditemukan adanya perbedaan. Hal ini diduga karena stimulus tes yang diberikan berupa rangsangan visual. Di sisi lain, pelatihan musik yang dilakukan oleh anak-anak meningkatkan sistem auditori yang terkait dengan *phonological loop*, tetapi tidak berdampak pada penyimpanan informasi visual.<sup>[73]</sup>

### **Perbedaan Performa *Working memory Musisi* dan Nonmusisi pada Usia Dewasa dan Lanjut Usia**

Pada musisi lanjut usia, pada tahun 2019 dilakukan penelitian *working memory* dengan membandingkan musisi dengan nonmusisi sebanyak 30 partisipan dengan rentang usia 60-90 tahun. Dalam penelitian ini, individu lanjut usia dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok musisi dan kelompok nonmusisi. Kelompok nonmusisi terdiri dari individu lanjut usia yang tidak pernah memainkan instrumen musik atau telah berhenti memainkan musik selama satu tahun. Di sisi lain, kelompok musisi merupakan individu yang telah memainkan instrumen musik selama lebih dari 10 tahun. Kelompok musisi ini juga berlatih untuk memainkan lebih dari satu genre musik dan mampu memainkan lebih dari satu instrumen musik. Dalam penelitian ini, *working memory* diukur dengan menggunakan *Digit Span Test*, yang mencakup *digit span test forward* dan *digit span test backward*. Hasilnya, dalam penelitian ini ditemukan bahwa lamanya pengalaman memainkan musik berkorelasi positif dengan hasil pengukuran performa *working memory*. Hal ini berarti semakin lama pengalaman musisi dalam memainkan instrumen musik, maka semakin baik juga performa *working memory* yang dimiliki. Perbandingan pada kelompok musisi dan nonmusisi menunjukkan bahwa kelompok musisi mempunyai performa *working memory* yang lebih baik dibandingkan dengan nonmusisi. Selain itu, kemampuan visuospasial dari kelompok musisi juga ditemukan lebih unggul daripada kelompok nonmusisi. Hal ini diduga sebagai akibat dari adanya keterampilan membaca musik yang dimiliki oleh musisi.<sup>[74]</sup>

Pada penelitian *working memory* musisi dan nonmusisi di Kanada pada tahun 2018, ditemukan bahwa pelatihan musik yang dilakukan dalam jangka waktu yang panjang dikaitkan dengan adanya keuntungan dalam kemampuan memori kerja yang dapat berdampak secara konsisten. Penelitian ini melibatkan 153 partisipan yang berusia 18-31 tahun yang dibagi menjadi kelompok musisi monolingual, musisi bilingual, nonmusisi monolingual, dan nonmusisi bilingual. Selanjutnya, musisi dalam penelitian ini merupakan individu yang mempunyai pengalaman minimal delapan tahun melakukan penampilan musik, mulai bermain musik sejak usia 7 tahun atau kisarannya, dan secara rutin berlatih bermain musik (rata-rata 6-9 jam per minggu). Kelompok nonmusisi adalah individu yang mempunyai pengalaman kurang dari 2 tahun mendapatkan paparan atau pelatihan musik dan tidak sedang melakukan latihan atau penampilan musik apapun.

Dalam penelitian yang dilakukan di Kanada ini, *working memory* diukur menggunakan *Digit Span Test*, *Reading Span*, dan *Operation Span*. Hasilnya, dalam tes *reading span* musisi menunjukkan keunggulan skor tes dibandingkan dengan nonmusisi. Begitu juga dalam tes *digit span backward* dan *operation span task* yang sama-sama menunjukkan bahwa kelompok musisi menghasilkan perolehan skor yang lebih tinggi dibandingkan nonmusisi.<sup>[75]</sup>

Tidak hanya itu, di Denmark, performa *working memory* pada musisi dan nonmusisi juga pernah dikaji. Partisipan dalam penelitian ini berjumlah 60 orang yang dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu nonmusisi, musisi amatir, dan musisi ahli. Nonmusisi merupakan individu yang tidak memainkan instrumen; musisi amatir merupakan individu yang telah memainkan musik selama kurang lebih dua tahun atau setidaknya memainkan musik selama 4 jam per minggu; musisi ahli adalah individu yang telah tergabung ke dalam akademi musik. Performa *working memory* dalam penelitian ini diukur menggunakan *Digit Span Test* dan *Working Memory Scale-III Spatial Span*. Hasilnya, ditemukan bahwa musisi ahli mempunyai performa kapasitas *working memory* verbal yang lebih tinggi dibandingkan dengan nonmusisi yang ditunjukkan dari skor *digit span forward* yang lebih tinggi. Namun, perbedaan ini tidak ditemukan dalam hasil *digit span backward* yang berarti bahwa pelatihan musik yang dilakukan berdampak pada kapasitas *working memory* tetapi tidak berdampak pada kemampuan manipulasi verbal dalam *working memory*. Pada pengukuran menggunakan *spatial span*, tidak ditemukan adanya perbedaan antar kelompok yang berarti bahwa pelatihan musik yang dilakukan tidak meningkatkan kemampuan *visuospatial* dari musisi.<sup>[5]</sup>

## SIMPULAN

*Working memory* dapat diartikan sebagai suatu istilah yang merujuk pada sistem yang terlibat dalam pemeliharaan dan manipulasi informasi dalam waktu yang singkat. Terdapat empat komponen yang dimiliki oleh *working memory*, yaitu *central executive*, *phonological loop*, *visuospatial sketchpad*, dan *episodic buffer*. *Central executive* terlibat dalam kontrol dan pengaturan sistem pada *working memory*; *phonological loop* bertanggung jawab terhadap informasi berbasis suara dan ucapan; *visuospatial sketchpad* bertanggung jawab terhadap informasi visual; *episodic buffer* bertanggung jawab untuk mengintegrasikan informasi yang diproses dalam *working memory*.

*Working memory* sensitif terhadap berbagai faktor atau situasi. Akibatnya, individu dapat menunjukkan performa *working memory* yang berbeda-beda. Salah satu faktor yang ditemukan telah memengaruhi *working memory* adalah pelatihan musik. Selama memainkan musik, individu melibatkan komponen *working memory*.

Dalam bermain musik, komponen-komponen dari *working memory* secara aktif dilibatkan. Misalnya, dalam memainkan musik individu menerima dan menyimpan informasi pendengaran seperti melodi yang mana dalam proses ini melibatkan komponen *phonological loop*. *Central executive* yang dilibatkan dalam proses pemusatan, pembagian, dan peralihan perhatian yang dilakukan oleh musisi selama bermain musik. Selanjutnya, proses membaca nada dalam partitur melibatkan komponen *visuospatial sketchpad*. Keterlibatan komponen-komponen dari *working memory* inilah yang kemudian melatih kemampuan *working memory* dari musisi sehingga berdampak pada peningkatan performa dari *working memory* musisi. Hal ini pun didukung dengan temuan bahwa setelah diberikan intervensi musik, individu mengalami peningkatan performa *working memory*.

Selanjutnya, berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa terdapat perbedaan performa *working memory* dari musisi dan nonmusisi. Musisi ditemukan mempunyai performa *working memory* yang lebih baik dibandingkan dengan *working memory* nonmusisi. Meskipun demikian, keunggulan performa *working memory* ditemukan berbeda-beda dan tidak semua keunggulan performa *working memory* ditunjukkan sama dalam setiap penelitian.

Pada musisi dan nonmusisi kelompok usia anak-anak hingga remaja, *working memory* ditemukan cenderung berdampak pada *central executive* sehingga musisi menunjukkan performa yang lebih baik dalam tes *digit span backward*. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan musik yang dilakukan meningkatkan kemampuan manipulasi informasi. Di sisi lain, terdapat juga temuan yang menunjukkan bahwa kelompok musisi lebih unggul dalam *digit span forward* yang berarti bahwa musisi lebih unggul dalam kapasitas *working memory*. Ditemukan juga musisi mengalami peningkatan sistem auditori yang terkait dengan *phonological loop*.

Pada musisi dan nonmusisi usia dewasa hingga lanjut usia, performa *working memory* juga ditemukan lebih unggul pada musisi. Semakin lama pengalaman musisi dalam memainkan instrumen musik, semakin baik juga kemampuan *working memory* yang dimiliki. Meskipun demikian, ada juga temuan penelitian yang menunjukkan bahwa pengalaman memainkan musik dari musisi tidak meningkatkan kemampuan *visuospatial*

musisi. Kapasitas memori verbal dari musisi juga ditemukan lebih unggul dari nonmusisi yang ditunjukkan dengan hasil tes *digit span forward* yang lebih tinggi.

Kelompok musisi yang dilibatkan dalam setiap penelitian meskipun sama-sama musisi, tetapi mempunyai karakteristik yang berbeda. Perbedaan karakteristik ini disebabkan karena perbedaan durasi pelatihan musik yang dilakukan, perbedaan jenis instrumen yang dimainkan, hingga perbedaan proses latihan yang dilakukan. Oleh karena itulah, temuan keunggulan kemampuan *working memory* dari musisi dapat beragam dan ada juga penelitian yang menunjukkan tidak adanya perbedaan performa kemampuan *working memory* dari beberapa jenis tes yang dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Deutsch Lezak M, Howieson DB, Bigler ED, Tranel D. Neuropsychological Assessment. 5th ed. New York: Oxford University Press, Inc; 2012.
- Baddeley AD, Logie RH. Working Memory: The Multiple-Component Model. In: Models of Working Memory : Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control [Internet]. Cambridge University Press; 1999 [cited 2023 May 5]. p. 28–61. Available from: <https://www.cambridge.org/core/books/models-of-working-memory/working-memory-the-multiplecomponent-model/06C301B51DBDFB3D5B4552116CA8B6D7>
- Pozenatto R. Working Memory in Musicians: A Review of Literature. Perspective in Music Education [Internet]. 2021 Mar [cited 2023 Apr 20];21[1]:48–63. Available from: <https://www.ingentaconnect.com/content/fea/rpme/2020/00000021/00000001/art0005#>
- Saarikivi KA, Huotilainen M, Tervaniemi M, Putkinen V. Selectively Enhanced Development of Working Memory in Musically Trained Children and Adolescents. Front Integr Neurosci. 2019 Nov 6;13.
- Hansen M, Wallentin M, Vuust P. Working memory and musical competence of musicians and non-musicians. Psychol Music. 2013;41[6]:779–93.
- Nie P, Wang C, Rong G, Du B, Lu J, Li S, et al. Effects of Music Training on the Auditory Working Memory of Chinese-Speaking School-Aged Children: A Longitudinal Intervention Study. Front Psychol. 2022 Jan 26;12.
- Guo X, Ohsawa C, Suzuki A, Sekiyama K. Improved Digit Span in children after a 6-week intervention of playing a musical instrument: An exploratory randomized controlled trial. Front Psychol. 2018 Jan 8;8[JAN].
- Baddeley A. Working memory: Theories, models, and controversies. Annu Rev Psychol. 2012;63:1–29.
- Baddeley A. The episodic buffer: a new component of working memory? Trends Cogn Sci. 2000 Nov 1;4[11]:417–23.
- Baddeley A. Working Memory: An Overview. Working Memory and Education. 2006 Jan 1;1–31.
- Baddeley A. Working Memory: The Interface between Memory and Cognition. J Cogn Neurosci [Internet]. 1992 [cited 2023 May 12];4[1]:281–8. Available from: <https://direct.mit.edu/jocn/article-abstract/4/3/281/3055/Working-Memory-The-Interface-between-Memory-and>
- Baddeley A. The concept of working memory: A view of its current state and probable future development. Cognition. 1981;10[1–3]:17–23.
- Baddeley AD. Is Working Memory Still Working? American Psychologist. 2001;56[11]:851–64.
- Santrock JW. Remaja. 11th ed. Hardani W, editor. Penerbit Erlangga; 2007.
- Luna B, Garver KE, Urban TA, Lazar NA, Sweeney JA. Maturation of Cognitive Processes From Late Childhood to Adulthood. Child Dev [Internet]. 2004 Sep 1 [cited 2023 Jun 13];75[5]:1357–72. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x>
- Blasiman RN, Was CA. Why is working memory performance unstable? A review of 21 factors. Vol. 14, Europe's Journal of Psychology. PsychOpen; 2018. p. 188–231.
- Colom R, Abad FJ, Quiroga MÁ, Shih PC, Flores-Mendoza C. Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? Intelligence [Internet]. 2008 Nov 1 [cited 2023 May 24];36[6]:584–606. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160289608000044>
- Alloway TP. Working memory and executive function profiles of individuals with borderline intellectual functioning. Journal of Intellectual Disability Research [Internet]. 2010 May 1 [cited 2023 May 24];54[5]:448–56. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2788.2010.01281.x>
- Numminen H, Service E, Ahonen T, Ruoppila I. Working memory and everyday cognition in adults with Down's syndrome. Journal of Intellectual Disability Research [Internet]. 2001 Apr 1 [cited 2023 May 24];45[2]:157–68. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2788.2001.00298.x>

20. Gathercole SE, Pickering SJ, Ambridge B, Wearing H. The Structure of Working Memory from 4 to 15 Years of Age. *Dev Psychol*. 2004 Mar;40[2]:177–90.
21. Lambek R, Shevlin M. Working memory and response inhibition in children and adolescents: Age and organization issues. *Scand J Psychol* [Internet]. 2011 Oct 1 [cited 2023 May 25];52[5]:427–32. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1433.67-9450.2011.00899.x>
22. Borella E, Carretti B, De Beni R. Working memory and inhibition across the adult life-span. *Acta Psychol [Amst]* [Internet]. 2008 May 1 [cited 2023 May 25];128[1]:33–44. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001691807001096?via%3Dihub>
23. Borella E, Carretti B, Riboldi F, De Beni R. Working Memory Training in Older Adults: Evidence of Transfer and Maintenance Effects. *Psychol Aging*. 2010 Dec;25[4]:767–78.
24. Speck O, Ernst T, Braun J, Koch C, Miller E, Chang L. Gender differences in the functional organization of the brain for working memory. *Neuroreport* [Internet]. 2000 Aug 3 [cited 2023 May 25];11[11]:2581–5. Available from: [https://journals.lww.com/neuroreport/Abstract/2000/08030/Gender\\_differences\\_in\\_the\\_functional\\_organization.46.aspx](https://journals.lww.com/neuroreport/Abstract/2000/08030/Gender_differences_in_the_functional_organization.46.aspx)
25. Hill AC, Laird AR, Robinson JL. Gender differences in working memory networks: A BrainMap meta-analysis. *Biol Psychol*. 2014 Oct 1;102:18–29.
26. Arnsten AFT. Catecholamine modulation of prefrontal cortical cognitive function. *Trends Cogn Sci* [Internet]. 1998 Nov 1 [cited 2023 May 25];2[11]:436–47. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21227275/>
27. Studer-Luethi B, Jaeggi SM, Buschkuhl M, Perrig WJ. Influence of neuroticism and conscientiousness on working memory training outcome. *Pers Individ Dif*. 2012 Jul 1;53[1]:44–9.
28. Bento-Torres NVO, Bento-Torres J, Tomás AM, Costa VO, Corrêa PGR, Costa CNM, et al. Influence of schooling and age on cognitive performance in healthy older adults. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2017;50[4].
29. Kosmidis MH, Zafiri M, Politimou N. Literacy Versus Formal Schooling: Influence on Working Memory. *Archives of Clinical Neuropsychology* [Internet]. 2011 Nov 1 [cited 2023 Aug 23];26[7]:575–82. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/arclin/acr063>
30. Kensinger EA, Corkin S. Effect of Negative Emotional Content on Working Memory and Long-Term Memory. *Emotion*. 2003 Dec;3[4]:378–93.
31. Visu-Petra L, Cheie L, Benga O, Packiam Alloway T. Effects of anxiety on memory storage and updating in young children. *Int J Behav Dev* [Internet]. 2011 Aug 12 [cited 2023 May 30];35[1]:38–47. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0165025410368945?journalCode=jbda>
32. Elliman NA, Green MW, Rogers PJ, Finch GM. Processing-efficiency theory and the working-memory system: Impairments associated with sub-clinical anxiety. *Pers Individ Dif*. 1997 Jul 1;23[1]:31–5.
33. Green MW, Rogers PJ. Impaired cognitive functioning during spontaneous dieting. *Psychol Med* [Internet]. 1995 Sep 9 [cited 2023 May 30];25[5]:1003–10. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/psychological-medicine/article/abs/impaired-cognitive-functioning-during-spontaneous-dieting/047B2389EBB0E325595FC82959C6D153>
34. Kemps E, Tiggemann M, Grigg M. Food Cravings Consume Limited Cognitive Resources. *J Exp Psychol Appl* [Internet]. 2008 Sep [cited 2023 May 30];14[3]:247–54. Available from: <https://psycnet.apa.org/record/2008-12802-005>
35. Kemps E, Tiggemann M, Wade T, Ben-Tovim D, Breyer R. Selective working memory deficits in anorexia nervosa. *European Eating Disorders Review* [Internet]. 2006 Mar 1 [cited 2023 May 30];14[2]:97–103. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/erv.685>
36. Greenstein JE, Kassel JD. The Effects of Smoking and Smoking Abstinence on Verbal and Visuospatial Working Memory Capacity. *Exp Clin Psychopharmacol* [Internet]. 2009 Apr [cited 2023 May 30];17[2]:78–90. Available from: <https://psycnet.apa.org/record/2009-04252-006>
37. Jacobsen LK, Krystal JH, Mencil WE, Westerveld M, Frost SJ, Pugh KR. Effects of smoking and smoking abstinence on cognition in adolescent tobacco smokers. *Biol Psychiatry* [Internet]. 2005 Jan 1 [cited 2023 Jun 3];57[1]:56–66. Available from: <http://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006322304011023/fulltext>
38. Steele CM. A Threat in the Air: How Stereotypes Shape Intellectual Identity and Performance. *American Psychologist*. 1997;52[6]:613–29.
39. Forbes CE, Schmader T. Retraining Attitudes and Stereotypes to Affect Motivation and Cognitive Capacity Under Stereotype Threat. *J Pers Soc Psychol*. 2010;99[5]:740–54.
40. Tine M, Gotlieb R. Gender-, race-, and income-based stereotype threat: the effects of multiple stigmatized aspects of identity on math performance and working memory function. *Social Psychology of Education* 2013 16:3 [Internet]. 2013 May 9 [cited 2023 May 30];16[3]:353–76. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11218-013-9224-8>



41. Jamieson JP, Harkins SG. Mere Effort and Stereotype Threat Performance Effects. *J Pers Soc Psychol* [Internet]. 2007 Oct [cited 2023 May 30];93[4]:544–64. Available from: <https://psycnet.apa.org/record/2007-13393-004>
42. Sellaro R, Hommel B, Manai M, Colzato LS. Preferred, but not objective temperature predicts working memory depletion. *Psychol Res*. 2015 Mar 1;79[2]:282–8.
43. Chambers R, Lo BCY, Allen NB. The impact of intensive mindfulness training on attentional control, cognitive style, and affect. *Cognit Ther Res*. 2008 Jun;32[3]:303–22.
44. Ruocco AC, Direkoglu E. Delineating the contributions of sustained attention and working memory to individual differences in mindfulness. *Pers Individ Dif*. 2013 Jan;54[2]:226–30.
45. Klingberg T, Forssberg H, Westerberg H. Training of working memory in children with ADHD. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2002;24[6]:781–91.
46. Casement MD, Broussard JL, Mullington JM, Press DZ. The contribution of sleep to improvements in working memory scanning speed: A study of prolonged sleep restriction. *Biol Psychol* [Internet]. 2006 May 1 [cited 2023 May 31];72[2]:208–12. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301051105001687>
47. Choo WC, Lee WW, Venkatraman V, Sheu FS, Chee MWL. Dissociation of cortical regions modulated by both working memory load and sleep deprivation and by sleep deprivation alone. *Neuroimage* [Internet]. 2005 Apr 1 [cited 2023 May 31];25[2]:579–87. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053811904007074>
48. Fenn KM, Hambrick DZ. Individual differences in working memory capacity predict sleep-dependent memory consolidation. *J Exp Psychol Gen* [Internet]. 2012 Aug [cited 2023 May 31];141[3]:404–10. Available from: <https://psycnet.apa.org/record/2011-20598-001>
49. Kudo M, Lee Swanson H. Are there advantages for additive bilinguals in working memory tasks? *Learn Individ Differ* [Internet]. 2014 Oct 1 [cited 2023 May 31];35:96–102. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1041608014001575>
50. Morales J, Calvo A, Bialystok E. Working memory development in monolingual and bilingual children. *J Exp Child Psychol* [Internet]. 2013 Feb 60. 1 [cited 2023 May 31];114[2]:187–202. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002209651200166X>
51. Baddeley A. Working memory and language: an overview. *J Commun Disord* [Internet]. 2003 May 31 [cited 2023 May 31];36[3]:189–208. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021992403000194>
52. Bialystok E. Coordination of executive functions in monolingual and bilingual children. *J Exp Child Psychol* [Internet]. 2011 Nov 1 [cited 2023 May 31];110[3]:461–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022096511001330>
53. George EM, Coch D. Music training and working memory: An ERP study. *Neuropsychologia*. 2011 Apr 1;49[5]:1083–94.
54. Besson M, Schon D, Moreno S, Marques C, Santos A, Santos M, et al. Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: More evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex* [Internet]. 2009 Mar [cited 2023 May 31];19[3]:712–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17943015/>
55. Lee Y shiow, Lu M ju, Ko H ping. Effects of skill training on working memory capacity. *Learn Instr* [Internet]. 2007 Jun 1 [cited 2023 May 31];17[3]:336–44. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959475207000333>
56. Yan X, Zhang J, Gong Q, Weng X. Prolonged high-altitude residence impacts verbal working memory: An fMRI study. *Exp Brain Res* [Internet]. 2011 Feb 25 [cited 2023 May 31];208[3]:437–45. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00221-010-2494-x>
57. Yan X, Zhang J, Shi J, Gong Q, Weng X. Cerebral and functional adaptation with chronic hypoxia exposure: A multi-modal MRI study. *Brain Res* [Internet]. 2010 Aug 12 [cited 2023 May 31];1348:21–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006899310013594>
58. Dietrich A, Sparling PB. Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. *Brain Cogn* [Internet]. 2004 Aug 1 [cited 2023 May 31];55[3]:516–24. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278262604001137>
59. Lambourne K, Audiffren M, Tomporowski PD. Effects of acute exercise on sensory and executive processing tasks. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2010 Jul 1 [cited 2023 May 31];42[7]:1396–402. Available from: <https://europepmc.org/article/med/20019631>
60. Hogan CL, Mata J, Carstensen LL. Exercise holds immediate benefits for affect and cognition in younger and older adults. *Psychol Aging* [Internet]. 2013 [cited 2023 May 31];28[2]:587–94. Available from: <https://psycnet.apa.org/record/2013-21685-007>
61. Quelhas Martins A, Kavussanu M, Willoughby A, Ring C. Moderate intensity exercise facilitates working memory. *Psychol Sport Exerc* [Internet]. 2013 May 1 [cited 2023 May 31];14[3]:323–8.

- Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1469029212001380>
62. Scholey AB, Harper S, Kennedy DO. Cognitive demand and blood glucose. *Physiol Behav.* 2001 Jul 1;73[4]:585–92.
  63. Sommerfield AJ, Deary IJ, McAulay V, Frier BM. Moderate hypoglycemia impairs multiple memory functions in healthy adults. *Neuropsychology* [Internet]. 2003 Jan [cited 2023 May 31];17[1]:125–32. Available from: <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0894-4105.17.1.125>
  64. Adan A, Serra G, Josep M. Effects of caffeine and glucose, alone and combined, on cognitive performance. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental* [Internet]. 2010 Jun 1 [cited 2023 May 31];25[4]:310–7. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hu.p.1115>
  65. Giles GE, Mahoney CR, Brunyé TT, Gardony AL, Taylor HA, Kanarek RB. Differential cognitive effects of energy drink ingredients: Caffeine, taurine, and glucose. *Pharmacol Biochem Behav* [Internet]. 2012 Oct 1 [cited 2023 May 31];102[4]:569–77. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0091305712001980?via%3Dihub>
  66. Crichton GE, Murphy KJ, Howe PRC, Buckley JD, Bryan J. Dairy consumption and working memory performance in overweight and obese adults. *Appetite* [Internet]. 2012 Aug 1 [cited 2023 May 31];59[1]:34–40. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666312001195?via%3Dihub>
  67. Luciana M, Collins PF. Dopaminergic Modulation of Working Memory for Spatial but Not Object Cues in Normal Humans. *J Cogn Neurosci* [Internet]. 1997 May 1 [cited 2023 May 31];9[3]:330–47. Available from: <https://direct.mit.edu/jocn/article/9/3/330/3253/Dopaminergic-Modulation-of-Working-Memory-for>
  68. Scholey A, Ossoukhova A, Owen L, Ibarra A, Pipingas A, He K, et al. Effects of American ginseng [*Panax quinquefolius*] on neurocognitive function: An acute, randomised, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Psychopharmacology* [Berl] [Internet]. 2010 Oct 31 [cited 2023 May 31];212[3]:345–56. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00213-010-1964-y>
  69. Nitsche MA, Liebetanz D, Antal A, Lang N, Tergau F, Paulus W. Chapter 27 Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation – technical, safety and functional aspects. *Suppl Clin Neurophysiol.* 2003 Jan 1;56[C]:255–76.
  70. Brunoni AR, Vanderhasselt MA. Working memory improvement with non-invasive brain stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex: A systematic review and meta-analysis. *Brain Cogn* [Internet]. 2014 Apr 1 [cited 2023 May 31];86[1]:1–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278262614000104?via%3Dihub>
  71. Sudirana IW. Meguru Panggul and Meguru Kuping; The Method of Learning and Teaching Balinese Gamelan. *Lekesan: Interdisciplinary Journal of Asia Pacific Arts.* 2018 May 22;1[1]:39.
  72. Roden I, Grube D, Bongard S, Kreutz G. Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi-experimental longitudinal study. *Psychol Music.* 2014;42[2]:284–98.
  73. Jain C, Devi N, Parthasarathy S, Kavitha S. Effect of musical training on psychophysical abilities and working memory in children. *Journal of Indian Speech Language and Hearing Association.* 2019;33[2]:71.
  74. Gray R, Gow AJ. How is musical activity associated with cognitive ability in later life? <https://doi.org/101080/1382558520191660300> [Internet]. 2019 Jul 3 [cited 2023 May 1];27[4]:617–35. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13825585.2019.1660300>
  75. D'Souza AA, Moradzadeh L, Wiseheart M. Musical training, bilingualism, and executive function: working memory and inhibitory control. *Cogn Res Princ Implic.* 2018 Dec 1;3[1].