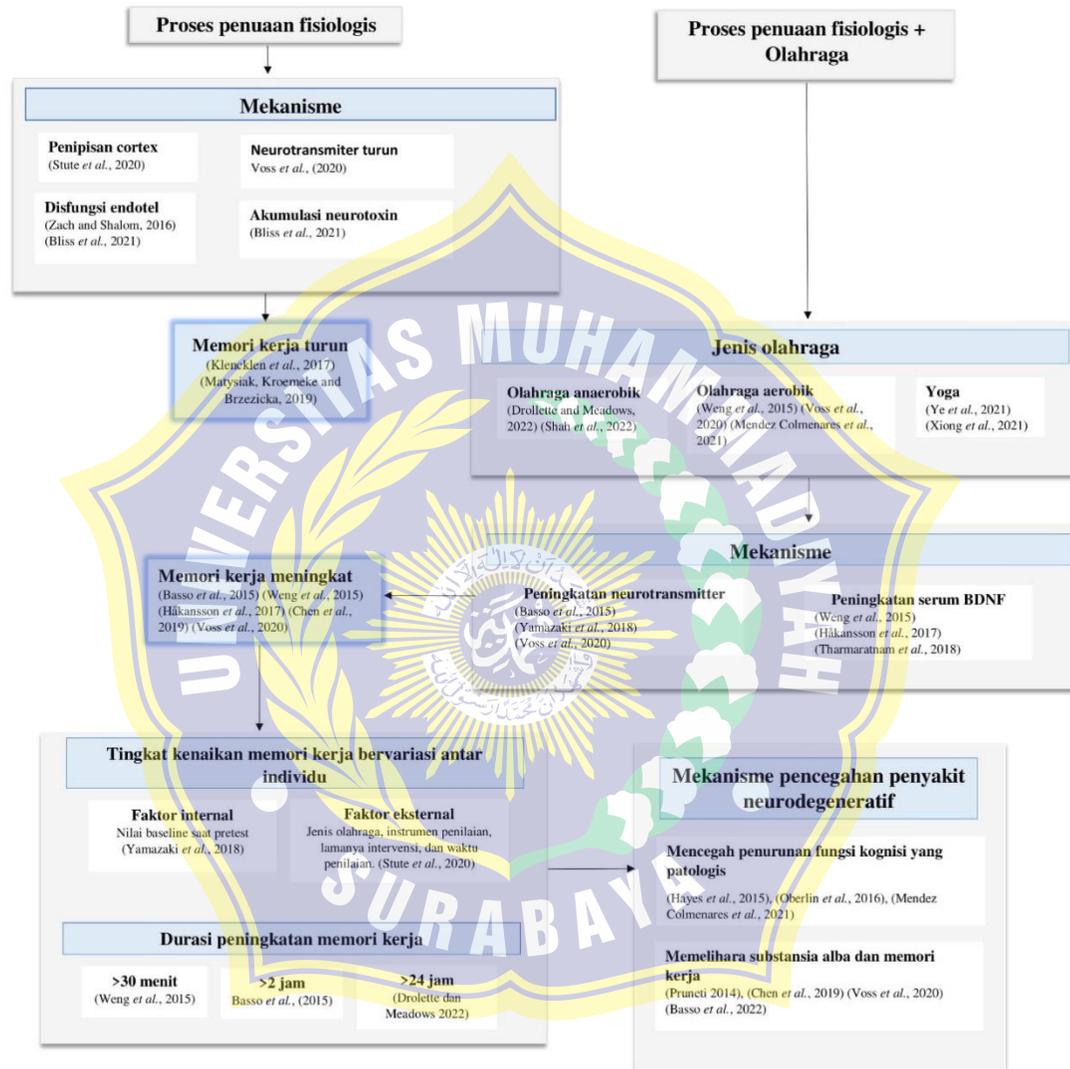


BAB III PEMBAHASAN

Skema hasil



3.1 Pengaruh olahraga terhadap memori kerja pada dewasa

Salah satu teori yang mendasari hipotesis bahwa olahraga dapat mempengaruhi kognisi dikemukakan oleh Davey (1973). Menurutnya olahraga merupakan salah satu *stressor* yang dapat mempengaruhi *arousal* sama seperti perasaan gelisah, suhu, dan lain-lain. Saat *arousal* rendah, maka performa kognisi juga akan rendah. Saat *arousal* naik ke tingkat moderat, performa kognisi akan menjadi optimal. Menurut Kahneman (1973), setiap orang punya sumber daya yang terbatas. Menurutnya ketika *arousal* naik maka jumlah sumber daya yang ada di dalam otak juga akan naik.

Menurut Yamazaki *et al.*, (2018) olahraga dengan intensitas apapun tidak dapat meningkatkan memori kerja secara signifikan pada dewasa muda dengan sampel usia 19-31 tahun. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh perbedaan instrumen yang digunakan untuk menilai memori kerja. Yamazaki *et al.*, (2018) menggunakan instrumen penilaian yang terbilang simpel seperti warna dan huruf sehingga tidak didapati peningkatan memori kerja. Berbeda dengan penelitian lainnya oleh (Basso *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2019; Stute *et al.*, 2020) menggunakan instrumen penilaian lebih kompleks sehingga berhasil menunjukkan peningkatan memori kerja secara signifikan. Penelitian oleh Hinchman *et al.*, (2022) walaupun menggunakan instrumen penilaian yang kompleks seperti *digit span task*, hasil menunjukkan tidak ada peningkatan memori kerja setelah berolahraga. Hal ini di duga akibat variabilitas tes yang dapat mengindikasikan adanya kesalahan pada pengukuran data sehingga hasil tidak sesuai dengan kenyataan yang ada.

Menurut (Basso *et al.*, 2015; Weng *et al.*, 2015; Håkansson *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2019; Voss *et al.*, 2020) menyatakan bahwa olahraga dapat menyebabkan peningkatan memori kerja melalui beberapa mekanisme seperti aktivitas pre-frontal cortex, neuroplastisitas, dan peningkatan neurotransmitter. Chen *et al.*, (2019) dengan fMRI mendeteksi adanya peningkatan aktivitas lebih besar pada area pre-frontal cortex dan hipocampus setelah berolahraga. Pre-frontal cortex adalah tempat dimana fungsi eksekutif berlangsung seperti memori kerja, inhibisi kognisi, *verbal fluency*, dan *processing speed*. (Basso *et al.*, 2015) Pre-frontal cortex juga dikenal sebagai area dengan plastisitas tinggi. (Rehbein *et al.*, 2014) Neuroplastisitas ini penting karena merupakan kemampuan otak untuk membuat koneksi-koneksi baru dan dapat mengembalikan fungsi yang rusak. (Park and Bischof, 2013) Protein yang meregulasi neuroplastisitas adalah *Brain-Derived Neurotrophic Factor* atau BDNF. (Leal *et al.*, 2015) Dari penelitian (Weng *et al.*, 2015; Håkansson *et al.*, 2017; Tharmaratnam *et al.*, 2018) produksi BDNF meningkat setelah berolahraga, hal ini dapat menstimulasi neurogenesis, meningkatkan memori kerja dan plastisitas sinaps. Penelitian oleh (Basso *et al.*, 2015; Yamazaki *et al.*, 2018) menyatakan neurotransmitter seperti dopamin berkorelasi erat dengan memori kerja. Level dopamin yang tinggi memberikan pengaruh positif pada fungsi memori kerja. Olahraga adalah salah satu intervensi yang dapat meningkatkan sekresi dopamin. Selain itu, sekresi neurotransmitter lain seperti adrenalin dan noradrenalin juga meningkat setelah berolahraga. Neurotransmitter ini berkaitan dengan peningkatan atensi dan memori.

Menurut Basso *et al.*, (2015) durasi peningkatan kognisi berlangsung selama >2 jam setelah olahraga. Stute *et al.*, (2020) menyatakan memori kerja dan fungsi

kognisi masih meningkat pada post-test ke-15 menit. Weng *et al.*, (2015) menyatakan efek peningkatan kognisi menetap lebih dari 30 menit setelah olahraga. Drolette dan Meadows (2022) adalah satu-satunya studi yang meneliti durasi peningkatan memori kerja secara berkala dengan mengukur event-related potential (ERP) pada EEG setelah dilakukan intervensi. Data yang di dapat berdasarkan ERP menunjukkan bahwa fungsi kognisi tetap meningkat bahkan >24 jam setelah olahraga. Dari beberapa jurnal tidak ada hasil yang jelas mengenai berapa lama durasi peningkatan kognisi berlangsung post-intervensi. Hal ini bisa jadi dikarenakan kebanyakan penelitian hanya menilai memori kerja pada satu waktu saja. Sedangkan dibutuhkan penilaian berkala agar durasi peningkatan kognitif dapat dipahami secara menyeluruh.

Penilaian berkala pada memori kerja selain menggunakan EEG, juga dapat dilakukan dengan serum BDNF. Otak adalah sumber utama produksi BDNF yang kemudian masuk ke dalam sirkulasi darah. Pada manusia, perubahan level BDNF dapat dilihat ketika melakukan aktivitas yang melibatkan fungsi memori, dibandingkan dengan aktivitas yang tidak melibatkan fungsi memori. BDNF masuk ke dalam sirkulasi darah kemudian disimpan di dalam platelet, setelah itu dapat dilakukan pengukuran kadarnya. Pengukuran BDNF serum lebih disarankan dibandingkan dengan BDNF plasma, karena pada plasma terdapat indeks BDNF bebas dan BDNF yang disimpan di dalam platelet. (Naegelin *et al.*, 2018; Wheeler *et al.*, 2020). Didapatkan peningkatan level BDNF selama 8 jam setelah olahraga intensitas sedang. Peningkatan ini dapat bertahan setidaknya setengah hari dan dapat diulang tiap minggu atau bulan sehingga memberikan implikasi pada fungsi eksekutif dan memori kerja. Namun dibutuhkan pengukuran hematokrit dan hemoglobin yang lebih sering lagi agar

perubahan volume dari hari ke hari dapat diukur dengan lebih akurat. Tidak hanya pada fungsi memori, peningkatan BDNF juga memberikan pengaruh baik pada organ tubuh lainnya seperti jantung, vaskuler, dan bahkan respirasi. Secara tidak langsung, hal ini dapat memberikan manfaat positif terhadap kesehatan otak karena membantu memfasilitasi dan meningkatkan kapasitas olahraga. (Ogier, Kron and Katz, 2013; Wheeler *et al.*, 2020)

Hasil yang didapatkan dari Basso *et al.*, (2015), pada usia dewasa muda olahraga dapat memberikan manfaat positif pada fungsi kognisi dan memori kerja. Jurnal lainnya (Weng *et al.*, 2015; Zach and Shalom, 2016) juga mendapatkan hasil yang serupa pada sampel usia dewasa muda. Peningkatan kognisi usia pada dewasa muda dapat digunakan sebagai prediktor untuk berbagai pencapaian di dunia nyata seperti pemahaman, matematika, *planning*, *problem-solving*, pemrosesan bahasa, dan pencapaian skolastik. (Basso *et al.*, 2015) Usia dewasa menengah, menurut (Chen *et al.*, 2019; Kamijo and Abe, 2019) olahraga dapat berpengaruh pada peningkatan memori kerja. Usia dewasa akhir atau lansia menurut penelitian (Guo *et al.*, 2016; Håkansson *et al.*, 2017; Voss *et al.*, 2020) juga menunjukkan adanya peningkatan memori kerja setelah berolahraga.

Hasil yang didapatkan oleh Voss *et al.*, (2020) menyatakan olahraga sangat bermanfaat untuk lansia yang jarang bergerak terkait fungsi memori kerjanya. Hal ini di duga disebabkan oleh neurotransmitter yang awalnya hilang karena proses penuaan akan di produksi kembali setelah berolahraga. Menurut Guo *et al.*, (2016) juga menemukan hasil yang serupa, olahraga pada lansia dapat meningkatkan fungsi kognisi dibandingkan dengan lansia yang tidak berolahraga.

Penelitian dari Hogan, Mata and Carstensen, (2013) dan jurnal meta-analisis oleh Verburgh *et al.*, (2014) menyatakan manfaat olahraga terkait proses kognisi adalah independen atau tidak dimediasi oleh usia. Perlu ditekankan bahwa peningkatan memori kerja dapat bervariasi pada setiap individu diakibatkan oleh pengaruh faktor eksternal dan faktor internal. Faktor internal menurut Yamazaki *et al.*, (2018) seperti performa *baseline* saat *pre-test*. Individu dengan nilai *baseline* rendah maka memori kerjanya meningkat paling banyak setelah intervensi. Sedangkan individu dengan nilai *baseline* tinggi pada *pre-test*, memori kerja mengalami peningkatan lebih kecil setelah berolahraga. Faktor eksternal disebabkan oleh perbedaan jenis olahraga, instrumen penilaian, lamanya intervensi, dan waktu penilaian. (Stute *et al.*, 2020)

Dari berbagai jurnal yang di dapat, sebagian besar hasil menyatakan bahwa olahraga dapat meningkatkan memori kerja melalui beberapa mekanisme seperti BDNF, neurotransmitter, dan aktivitas pre-frontal cortex. Durasi peningkatan memori kerja setelah berolahraga bervariasi mulai dari 30 menit hingga lebih dari 2 jam, namun hal ini masih perlu dilakukan penelitian lebih akurat untuk mendapatkan hasil yang lebih pasti. Peningkatan memori kerja setelah berolahraga dapat di observasi di seluruh rentang usia dewasa muda hingga dewasa tua. Derajat peningkatan memori kerja bervariasi pada setiap individu berdasarkan nilai *baseline* saat *pre-test*.

3.2 Pengaruh proses penuaan terhadap memori kerja

Penuaan berhubungan dengan menurunnya berbagai fungsi kognisi secara luas. Menurunnya memori kerja dianggap sebagai faktor utama yang paling berkontribusi

terhadap penurunan fungsi kognisi. (Klencklen *et al.*, 2017; Matysiak, Kroemeke and Brzezicka, 2019) Area frontal dan parietal adalah lokasi jejaring syaraf untuk memori kerja. Dalam lingkup tersebut, area frontal berasosiasi dengan komponen pemrosesan eksekutif. Seiring bertambahnya usia, komponen eksekutif di area frontal paling banyak terkena dampaknya dibandingkan dengan area parietal. Beberapa studi *neuroimaging* mendukung hipotesis bahwa pada proses penuaan terdapat penurunan aktivitas di area oksipital dan peningkatan aktivitas di area frontal. Fenomena ini disebut sebagai *posterior-anterior shift in aging* (PASA) yang merupakan sebuah mekanisme kompensasi fungsional dari proses penuaan itu sendiri. Selain itu, penurunan memori kerja seiring bertambahnya usia di duga berhubungan dengan perubahan struktural pada mikrosirkulasi serebral. Perubahan struktural ini ditandai dengan penurunan densitas yang mengindikasikan adanya penurunan aliran darah di dalam otak. Hal ini juga berpengaruh pada menurunnya fungsi metabolik yang berperan dalam memfasilitasi komunikasi antar neuron, sehingga berimbas pada penurunan performa kognisi. (Stute *et al.*, 2020)

Selain itu, proses penuaan berkaitan dengan ketidakseimbangan hormon, meningkatnya *low-grade inflammation* dan peningkatan *reactive oxygen species* (ROS). Selain itu, gangguan endothelial nitric oxide synthase (ENOs) menyebabkan produksi nitric oxide (NO) menurun. Hal-hal ini dapat menyebabkan disfungsi endotel yang kemudian bermanifestasi sebagai iskemia lokal dan micro-hemorrhages pada microvascular, kemudian akan berimbas pada pengurangan densitas kapiler dan fungsi BBB (berkurangnya fungsi cerebrovaskular). Selain itu akumulasi neurotoxin

berkepanjangan dapat menurunkan fungsi cerebrovaskular yang kemudian bermanifestasi sebagai neurodegenerasi serta berbagai perubahan anatomi dan fungsional lainnya di otak. (Bliss *et al.*, 2021)

Seiring dengan bertambahnya usia seseorang menjadi lebih tua, terjadi perubahan di otak baik secara anatomi maupun fungsional, namun saat ini masih sangat terbatas pengetahuan mengenai mekanismenya. Secara anatomi, terjadi penipisan cortex sehingga terjadi penurunan substansia alba dan penurunan densitas sinaptik yang menyebabkan berkurangnya plastisitas. Perubahan anatomi pada proses penuaan masih belum banyak diketahui dibandingkan dengan perubahan fungsionalnya. Konektivitas fungsional berkaitan dengan atensi, daya ingat dan fungsi eksekutif dapat berkurang seiring pertambahan usia. Pada individu yang sehat, penurunan konektivitas fungsional berkaitan dengan kurangnya CBF dan menurunnya kondisi metabolisme. Sedangkan pada pasien alzheimer penurunan tersebut terjadi sangat drastis. (Zach and Shalom, 2016)

Mekanisme perubahan yang terjadi bagaimana proses penuaan berdampak terhadap memori kerja masih belum banyak diketahui. Salah satu hipotesa menyebutkan adanya perubahan struktural yang menyebabkan berkurangnya aliran darah di otak dan penurunan substansia alba berhubungan dengan menurunnya memori kerja. Fisiologi proses penuaan yang normal berkaitan dengan kondisi metabolisme yang buruk, meningkatnya ROS, meningkatnya low-grade inflammation dan gangguan endotel akibat proses penuaan dapat berdampak pada menurunnya konektivitas fungsional seperti atensi, daya ingat dan fungsi eksekutif.

3.3 Mengetahui pengaruh olahraga terhadap proses penuaan

Pada saat olahraga, terjadi peningkatan aliran darah dan peningkatan tegangan geser (shear stress) yang dapat menjadi stimulus untuk perubahan vaskular secara akut maupun kronik. Olahraga secara rutin dapat meregulasi bioaktivitas NO endotel melalui eNOS, sehingga mengurangi kekakuan arteri sentral dan mengurangi gangguan fungsi vaskular akibat penambahan usia. Selain itu, peningkatan tegangan geser bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan *cardiorespiratory*, mengurangi oksidatif stress dan meningkatkan ekspresi enzim anti-oksidan. (Green *et al.*, 2017; Barnes and Corkery, 2018; Bliss *et al.*, 2021)

Terdapat hubungan antara kesehatan kardiovaskular dan struktur fungsi otak seperti yang dikemukakan oleh American Heart Association and American Stroke Association, mengatakan bahwa kesehatan vaskular yang baik berhubungan dengan fungsi kognisi yang tinggi. (Barnes and Corkery, 2018) Kondisi kardiometabolik yang buruk dapat memperparah disfungsi endotel, disfungsi cerebrovaskular dan menurunnya konektivitas fungsional. Oleh karena itu, intervensi yang dapat meningkatkan kesehatan kardiometabolik seperti olahraga rutin dapat bermanfaat dalam mencegah atau memperlambat perubahan-perubahan dalam otak yang dapat berujung pada demensia. (Bliss *et al.*, 2021)

Penurunan konektivitas fungsional berkaitan dengan menurunnya CBF dan menurunnya metabolisme. Sebuah stimulasi diperlukan untuk meningkatkan CBF, meningkatkan metabolisme sehingga dapat meningkatkan konektivitas fungsional. Olahraga rutin dapat menstimulasi NO endotel sehingga kesehatan vaskular terjaga dan

meningkatkan kesehatan kardiometabolik. Olahraga juga dapat mengurangi oksidatif stress dan meningkatkan ekspresi enzim anti oksidan.

3.4 Mengetahui pengaruh olahraga terhadap pencegahan penyakit neurodegenerative.

Usia lansia adalah usia dimana rentan terjadi penurunan kognitif dengan berbagai tingkat keparahan, mulai dari penurunan kognisi akibat faktor usia paling ringan bermanifestasi sebagai MCI hingga yang paling parah adalah demencia. (Lipnicki *et al.*, 2013) Hasil penelitian oleh Yamazaki *et al.*, (2018) menyatakan olahraga dapat membantu mencegah terjadinya defisit memori kerja dan gangguan kognitif akibat bertambahnya usia. Peningkatan produksi BDNF setelah olahraga dikatakan dapat memperlambat penurunan fungsi kognitif pada lansia. (Håkansson *et al.*, 2017) Studi lain juga menduga dengan mekanisme yang sama, dapat menurunkan tingkat keparahan penyakit alzheimer's dan penyakit neuropatologis lainnya. (Buchman *et al.*, 2016)

Olahraga cardiorespiratoryfitness (CRF) termasuk dalam kategori aerobik. Secara objektif, CRF seringkali diukur dengan VO₂max yang merupakan estimasi kuantitatif untuk kapasitas oksigen. Hasil menunjukkan bahwa tingkat CRF yang lebih tinggi berkaitan dengan integritas mikrostruktur substansia alba di beberapa traktus seperti corpus callosum, inferior longitudinal fasciculus, superior corona radiata, dan cingulum. Secara statistik ditemukan hubungan indirek antara CRF dan peningkatan

memori kerja, dijumpatani oleh region substansia alba yang tersusun dari berbagai jaringan syaraf. Secara anatomi, penurunan kognitif diakibatkan faktor usia dapat dilihat dari reduksi daripada makrostruktur cerebral, seperti substansia nigra hingga mikrostruktur substansia alba yang berujung pada penurunan performa kognisi seperti fungsi eksekutif, *processing speed*, dan memori episodik. Olahraga CRF dapat menjadi sebuah strategi penting untuk memelihara substansia alba dan fungsi memori kerja pada usia dewasa akhir (Hayes *et al.*, 2015; Oberlin *et al.*, 2016) Hasil ini konsisten dengan penelitian Mendez Colmenares *et al.*, (2021), menyatakan olahraga aerobik dapat menstimulasi plastisitas pada substansia alba. Menggunakan alat *imaging* T1w/T2w menunjukkan region substansia alba rentan mengalami penurunan karena faktor usia, namun masih dapat dijumpai beberapa derajat plastisitas. Olahraga aerobik adalah salah satu intervensi yang dapat menstimulasi plastisitas tersebut.

Menurut (Guo *et al.*, 2016; Pruneti *et al.*, 2019), jenis olahraga tertentu yang sangat membutuhkan keterlibatan fungsi kognisi, dapat memberikan manfaat lebih besar pada pemeliharaan domain spesifik yang terlibat saat melakukan olahraga tersebut seperti pemeliharaan fungsi eksekutif, visuospatial, atensi, dan bahasa. Menurut Pruneti (2014), olahraga aerobik intensitas sedang selama 3 jam setiap minggu cukup untuk meningkatkan fungsi kognisi pada lansia dan membantu mencegah penurunan kognisi yang patologis sehingga tercapai masa tua yang sehat. Penelitian oleh (Chen *et al.*, 2019; Voss *et al.*, 2020; Basso *et al.*, 2022) juga menyatakan hal serupa, olahraga dapat melindungi dari penurunan kognisi akibat usia ataupun akibat patologis di lobus frontalis dan hipocampus. Hal ini konsisten dengan jurnal meta-analisis menyatakan bahwa olahraga merupakan strategi yang lebih aman

untuk meningkatkan memori secara umum, terutama memori kerja dan juga memori jangka panjang di sampel lansia usia 60 tahun tanpa diketahui penyakit neurologis. (Ye *et al.*, 2021)

Pada sampel dewasa muda olahraga aerobik dapat meningkatkan berbagai proses kognisi seperti atensi, konsentrasi, memori kerja, penalaran, dan learning yang penting untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. (Basso *et al.*, 2015) Konsisten dengan jurnal meta-analisis Haverkamp *et al.*, (2020) bahwa olahraga dapat memberikan efek positif pada processing speed, atensi, fleksibilitas kognisi, memori kerja dan bahasa.

Dari jurnal-jurnal yang didapatkan, olahraga bermanfaat dalam memelihara fungsi kognisi karena dapat menstimulasi plastisitas otak, memelihara substansia alba, dan menjaga fungsi memori sehingga dapat mencegah penurunan kognisi yang tergolong patologis. Olahraga dapat mengurangi resiko menderita penyakit neurodegeneratif sehingga kemungkinan tercapai masa tua yang sehat lebih besar.

3.5 Mengetahui jenis olahraga yang lebih efektif untuk meningkatkan memori kerja

Berbagai jenis olahraga dijadikan sebagai intervensi dalam penelitian. Intervensi yang paling banyak dijumpai adalah olahraga aerobik seperti menggunakan sepeda statis atau *cycle ergometer*. (Hogan, Mata and Carstensen, 2013; Basso *et al.*, 2015, 2022; Loprinzi and Kane, 2015; Weng *et al.*, 2015; Håkansson *et al.*, 2017; Sage, 2019; Stute *et al.*, 2020; Voss *et al.*, 2020) Penelitian lain (Drollette and Meadows,

2022; Shah *et al.*, 2022) menggunakan treadmill. Sementara penelitian dengan intervensi olahraga anaerobik jarang dijumpai. Penulis hanya menemukan satu penelitian menggunakan olahraga anaerobik, seperti artikel oleh (Drollette and Meadows, 2022; Shah *et al.*, 2022) menggunakan intervensi high-intensity interval training (HIIT) termasuk dalam kategori olahraga anaerobik.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang di dapatkan, olahraga aerobik maupun anaerobik sama-sama meningkatkan memori kerja dan fungsi kognisi, hanya saja level peningkatan dapat berbeda pada setiap orang. Salah satu penyebab perbedaan ini adalah durasi dan intensitas dari olahraga itu sendiri. Menurut (Weng *et al.*, 2015; Voss *et al.*, 2020) olahraga aerobik dengan intensitas sedang lebih bagus daripada aerobik intensitas ringan untuk fungsi memori kerja. Penelitian oleh Shah *et al.*, (2022) dan membandingkan HIIT dengan MIIT (*Moderate-Intensity Interval Taining*), hasil menunjukkan HIIT lebih efektif daripada MIIT terkait fungsi memori kerja. Semakin tinggi intensitas olahraga maka manfaat kognisi yang di dapatkan juga akan semakin besar. (Drollette and Meadows, 2022) Konsisten dengan studi meta analisis menyatakan intensitas olahraga yang lebih besar dapat memberikan pengaruh yang lebih besar juga pada fungsi eksekutif. (Moreau and Chou, 2019) Selain itu, kerutinan dalam berolahraga juga menentukan level peningkatan memori kerja pada setiap individu. Peningkatan fungsi memori terjadi lebih tinggi pada individu yang rutin olahraga dibandingkan dengan individu yang tidak rutin berolahraga. (Basso *et al.*, 2022)

Penelitian lain, (Guo *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2019) membedakan jenis olahraga berdasarkan keterampilan seperti *open-skill* (tenis, badminton, dll.) dan *closed-skill*

(joging, berenang, sepeda, dll.), keduanya sama-sama memberikan peningkatan memori kerja dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak berolahraga. Khususnya untuk olahraga *open-skill*, memberikan peningkatan yang lebih besar terkait fungsi kognisi dibandingkan *closed-skill*. Hal ini konsisten dengan penelitian Zach and Shalom, (2016) meneliti sampel usia muda 19-22 tahun, membandingkan intervensi yang paling efektif. Diantara intervensi aerobik/anaerobik, intervensi permainan seperti bermain bola voli selama 15 menit menunjukkan peningkatan memori kerja lebih tinggi pada sampel dewasa muda. Namun limitasi dari penelitian ini adalah tidak mempertimbangkan variabel perancu.

Olahraga aerobik seperti berjalan yang di desain untuk meningkatkan cardiorespiratory fitness (CRF) lebih efektif dibandingkan dengan yoga sebagai kelompok kontrol. Intervensi berjalan dilakukan setidaknya 20 menit hingga 40 menit, dapat meningkatkan fungsi kognisi dan mengembalikan plastisitas otak. (Mendez Colmenares *et al.*, 2021) Hasil konsisten dengan meta analisis menyatakan olahraga seperti yoga memberikan efek yang kecil pada peningkatan memori kerja. (Ye *et al.*, 2021) Jurnal meta-analisis lainnya membandingkan yoga dengan aerobik, keduanya sama-sama meningkatkan fungsi kognisi termasuk memori kerja, namun olahraga aerobik memiliki efek yang lebih signifikan pada peningkatan memori kerja. Studi ini memiliki keterbatasan, yaitu jurnal tentang yoga lebih sedikit ditemukan. (Xiong *et al.*, 2021)

Sebagian besar jenis olahraga yang saya temukan dalam jurnal-jurnal adalah olahraga aerobik (treadmill, cycle-ergometer). Hanya sedikit jurnal yang menggunakan intervensi olahraga anaerobik (HIIT), yoga, *open-skill* (tenis, badminton) dan *closed-*

skill (jogging, berenang). Terlepas dari jenis olahraga, seluruhnya memberikan efek positif pada memori kerja. Namun hingga sekarang masih belum terdapat bukti yang jelas mengenai jenis olahraga apa yang paling efektif dalam meningkatkan memori kerja. Dibutuhkan penelitian lebih dalam mengenai ini.

