

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pentingnya Memori Jangka Pendek dan Faktor yang Berpengaruh**

##### **2.1.1 Memori Jangka Pendek**

Memori merupakan fungsi kognitif yang fundamental bagi kehidupan sehari-hari manusia. Memori menuntun perilaku hidup baik dengan sadar maupun tidak sadar. Memori adalah proses retensi dan rekonstruksi pengetahuan yang telah dipelajari seseorang, sama seperti proses kognitif yang memfasilitasi pembentukan, penyimpanan, dan pengambilan informasi. Hal ini bergantung pada aktivitas koordinasi saraf yang didistribusikan di berbagai daerah kortikal dan subkortikal otak. Hipokampus merupakan daerah mendasar untuk pembentukan memori. Terdapat dua sistem memori yang berbeda:

1. Memori deklaratif (eksplisit) yaitu memori untuk fakta dan peristiwa, untuk orang-orang, tempat, dan benda-benda ("mengetahui bahwa").
2. Memori non-deklaratif (implisit) yaitu memori untuk keterampilan persepsi dan motorik ("mengetahui bagaimana").<sup>11,12</sup>

Proses ingat dan lupa (*remembering and forgetting*) saling berkesinambungan dengan proses belajar dan mengingat (*learning and memory*). Orang yang punya kemampuan belajar yang baik umumnya juga dapat mengingat dengan baik.<sup>13</sup>

Memori jangka pendek memiliki fungsi kognitif penting yang mendukung perilaku yang sedang berlangsung dan yang akan datang, yang memungkinkan penyimpanan informasi di seluruh periode penundaan (*delay*). Isi memori jangka pendek mencakup informasi yang nyata tentang bentuk, warna atau tekstur dari sebuah objek, lokasi dan gerak relatif objek, serta informasi fonologi. Konsep memori jangka pendek menggambarkan proses penyimpanan jangka pendek informasi untuk mendukung tindakan yang sedang berlangsung atau yang akan datang.<sup>14</sup>

Sejumlah fitur memori jangka pendek :

1. Memiliki durasi pendek, dan memudar bila periode penundaan (*delay*) memanjang.
2. Berorientasi pada tujuan dan isinya digunakan untuk memandu perilaku mendatang.
3. Terbatas pada pengulangan, yang diperbarui setiap pengulangan berikutnya.
4. Sangat rentan terhadap gangguan.
5. Isinya adalah fitur berlainan dari sebuah objek atau peristiwa seperti warna tertentu, bentuk atau posisi dalam ruang.
6. Subjek sengaja menyimpan informasi dalam memori jangka pendek untuk memecahkan masalah dan menyimpan informasi secara sadar.<sup>14</sup>

Tiga Proses Inti Memori Jangka Pendek :

- (a) *Encoding* : proses penyandian yang mengatur transformasi dari representasi persepsi ke dalam fokus kognitif / attentional.
- (b) *Maintenance* : proses pemeliharaan yang menyimpan informasi dalam fokus atensi (*focus of attention*) dan melindunginya dari gangguan atau kerusakan.
- (c) *Retrieval* : proses mengingat yang membawa informasi dari masa lalu kembali ke fokus kognitif.<sup>15</sup>

Daerah otak yang penting pada memori jangka pendek tergantung pada operasi kognitif apa yang mendasari hal yang perlu dilakukan dalam rangka melaksanakan tugas hingga berhasil. Hipokampus penting dalam beberapa aspek pengolahan memori jangka pendek. Hipokampus memainkan peran penting dalam memori relasional pada umumnya karena memiliki karakteristik anatomi dan konektivitas timbal balik yang luas dengan daerah asosiasi neokorteks.<sup>16</sup>

### **2.1.2 Faktor-faktor yang Memengaruhi Memori Jangka Pendek**

#### **1) Genetik**

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa Apolipoprotein E (APOE-ε4) dapat memengaruhi kerentanan kesehatan kognitif di kemudian hari melalui efeknya pada korteks posteromedial (PMC), daerah dalam jaringan otak yang terlibat dalam pengolahan spasial dan diperlukan untuk memori episodik.<sup>17</sup>

## 2) Nutrisi

Zinc mempengaruhi kesehatan melalui perannya dalam kekebalan dan juga berpotensi penting karena dampaknya pada perkembangan kognitif dan kapasitas manusia.

Defisiensi besi adalah salah satu kekurangan gizi yang paling umum di dunia, yang memengaruhi sekitar dua miliar orang, antara lain anemia, perkembangan kognitif, kebugaran dan kapasitas kerja aerobik.<sup>18</sup>

Anak usia sekolah yang menderita kekurangan gizi umumnya ditemukan memiliki tingkat IQ, fungsi kognitif, dan prestasi sekolah yang lebih buruk serta masalah perilaku lebih besar. Fungsi kognitif sekolah anak-anak yang selamat dari gizi buruk saat usia dini dipengaruhi oleh kekurangan pangan jangka pendek, sedangkan anak-anak cukup gizi yang tidak. Hal ini ditunjukkan dengan membaiknya fungsi kognitif anak sekolah dengan berat badan kurang ketika mereka diberi sarapan, sedangkan anak-anak dengan gizi yang lebih baik tidak.<sup>19</sup>

## c) Usia

Tes Digit Span (DS) banyak digunakan ukuran neuropsikologi, dikenal sebagai alat untuk menguji perhatian dan memori jangka pendek. DS *forward* dianggap lebih terkait dengan perhatian dan DS *backward* adalah untuk memori. Tingkat pendidikan yang lebih rendah, usia yang lebih tua, dan jenis kelamin perempuan dikaitkan dengan DS *forward* dan DS *backward* yang lebih buruk. Besarnya efek usia juga sangat beragam tergantung pada distribusi usia peserta penelitian. Studi pada orang

dewasa muda serta orang tua mengungkapkan pengaruh usia yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang mana subjek hanya terdiri dari orang tua. Sebuah penelitian yang dilakukan hanya untuk usia tua (usia 85-95 tahun) tidak menunjukkan efek usia untuk kedua subtes Digit Span.<sup>20</sup>

Pada penelitian, dilaporkan bahwa rendahnya kadar *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF) serum pada usia lanjut berkaitan erat dengan penyusutan volume hipokampus dan penurunan fungsi memori.<sup>21</sup>

#### d) Jenis Kelamin

Laki-laki secara signifikan lebih baik daripada perempuan pada kedua Digit Span *forward* dan *backward*, tetapi tingkat efek jenis kelamin itu tidak begitu besar.<sup>20</sup>

Kadar BDNF dalam sirkulasi juga dipengaruhi status hormonal, yang menunjukkan bahwa pada wanita yang memasuki usia menopause akan terjadi penurunan ekspresi BDNF di hipokampus.<sup>21</sup>

#### e) Stress

Beberapa studi menunjukkan bahwa stres akut memengaruhi memori jangka pendek pada orang dewasa muda, tetapi efek pada orang yang lebih tua masih dipelajari. Orang tua kurang sensitif terhadap efek akut dari stres pada memori jangka pendek. Penelitian lain membuktikan

bahwa orang tua kurang sensitif terhadap stres dan kortisol (efek respon stres) pada proses memori.<sup>22</sup>

Reaktivitas kortisol terhadap stres terkait dengan kinerja memori basal karena baik reaktivitas kortisol pada stres dan kinerja memori dikendalikan oleh area otak yang sama, yaitu hipokampus dan korteks prefrontal. Dua struktur otak ini memiliki banyak reseptor untuk kortisol, karena mereka memainkan peran dalam regulasi umpan balik dari aktivitas aksis HPA (Hipotalamus-hipofisis-adrenal). Bahkan, telah ditunjukkan bahwa besarnya respon kortisol terhadap stres berhubungan dengan volume hipokampus dan tingkat metabolisme glukosa korteks prefrontal. Oleh karena itu, hipokampus dan korteks prefrontal mengontrol dan membentuk respon kortisol terhadap stres akut dan secara bersamaan, mereka penting untuk proses kognitif seperti memori deklaratif dan memori jangka pendek. Perubahan dalam fungsi baik daerah otak akan mempengaruhi besarnya respon kortisol terhadap stres dan kinerja memori.<sup>23</sup>

#### f) Kecemasan

Penelitian menyatakan anak dengan ADHD yang mengalami kecemasan mengalami penghambatan respons terhadap impuls dan menyebabkan kinerja memori memburuk. Semakin besar tingkat kecemasan, berkaitan dengan defisit fungsi kognitif yang lebih besar.<sup>24,25</sup>

#### g) Kelelahan

Pada salah satu penelitian, detak jantung menjadi perhatian. Kenaikan yang berbeda-beda di denyut jantung akan membedakan antara bentuk ringan, sedang, dan berat latihan menggunakan metode detak jantung maksimum. Detak jantung maksimum didefinisikan sebagai 220 - usia. Metode denyut jantung maksimal ini membantu pemantauan tingkat intensitas latihan pada subjek penelitian, menjaga denyut jantung di bawah 80% denyut jantung maksimal mereka. Hal ini untuk menghilangkan kemungkinan gangguan akibat kelelahan fisik dari latihan berat karena aktivitas otak terganggu ketika seseorang kelelahan.<sup>10</sup>

#### g) Hormon

Memori dipengaruhi oleh hormon, seperti estrogen pada wanita menopause.<sup>21</sup> Hormon kortikosteroid seperti hormon adrenal juga memengaruhi plastisitas hipokampus yang akan memengaruhi memori. Sedangkan hormon tiroid, T3 dan T4 memengaruhi tingkah laku, perkembangan neuron dan intelegensi. Kekurangan asupan iodine saat kehamilan menyebabkan retardasi mental dan kretinisme yang berpengaruh pada kognisi saat dewasa. Penelitian lain menyatakan *sodium-potassium adenosine 5'-triphosphatase* ( $\text{Na}^+, \text{K}^+$ -ATPase) mempunyai peran dalam pembentukan memori.<sup>26-28</sup>

#### h) Stimulasi

Stimulasi memengaruhi fungsi kognitif dan meningkatkan potensi pada manusia. Sehingga diperlukan rangsangan/stimulasi pada masa

perkembangan yang berguna untuk perkembangan memori. Stimulasi membentuk koneksi yang membuat korteks otak menjadi lebih tebal dan adanya peningkatan volume. Pada penelitian terhadap tikus menunjukkan bahwa stimulasi yang diberikan pada usia berapapun dapat bermakna memperbaiki fungsi memori sampai usia tua.<sup>29,30</sup>

i) Infeksi

Infeksi menyebabkan kehilangan nutrisi sehingga berpengaruh terhadap memori. Imunitas tubuh juga menurun yang akan mengganggu performa kognitif. Hal ini menyebabkan tubuh jadi lemah dan apatis terhadap penerimaan stimulus. Penurunan Hb dan besi dapat pula diakibatkan oleh infeksi.<sup>31</sup>

j) *Brain Injury*

Sekuele kognitif adalah simptom yang mengikuti *traumatic brain injury* (TBI). Pada sebuah penelitian pasca TBI, terdapat defisit yang diperlihatkan secara konsisten pada domain atensi, memori dan fungsi eksekusi. TBI mempunyai predileksi yang kuat untuk terlibatnya anterior temporal dan lobus frontal dan menjadi alasan terjadinya defisit memori dan fungsi eksekutif pasca TBI. Penelitian tersebut dilakukan pada subjek penelitian dengan *mild traumatic brain injury* yang menurut *American Congress of Rehabilitation Medicine* : kehilangan atau terganggu kesadaran saat terluka selama 30 menit atau kurang, skor GCS 13-15, dan amnesia *post-trauma* kurang dari 24 jam, dan pada subjek

dengan *moderate traumatic brain injury* dengan skor GCS 9-12 dan amnesia *post-trauma* kurang dari 1 minggu.<sup>32</sup>

#### k) Epilepsi

Disfungsi kognitif adalah komorbiditas umum pada orang dengan epilepsi. Hal ini berhubungan dengan etiologi, konsekuensi dari kejang, atau efek dari terapi obat antiepilepsi. Genetika juga diperkirakan memiliki peran. Pada salah satu penelitian ditemukan jalur *neuron-restrictive silencer factor* (NRSF) dan BDNF memiliki peran dalam modulasi fungsi kognitif pada pasien yang baru didiagnosis epilepsi.<sup>33</sup>

#### l) Obat-obatan

Konsumsi zat tertentu dari luar dapat memengaruhi fungsi kognitif dan memori. Sebuah penelitian mengkaji hubungan sel saraf dengan efek akut alkohol yang menyatakan kadar alkohol dari sedang hingga tinggi dapat mengganggu aktivitas otak. Peningkatan aktivitas prefrontal otak terjadi pada pemberian alkohol dosis rendah, namun penurunan aktivitas prefrontal dan parietal otak terjadi pada dosis yang lebih tinggi.<sup>34</sup>

Suplemen Zinc adalah modulator yang penting dalam membantu mengubah pro-BDNF menjadi BDNF. Zinc juga dapat mencegah defisit memori pada hipokampus sehingga bisa mencegah demensia.<sup>35</sup>

Pada penelitian lain, dilakukan pemberian cairan karbohidrat elektrolit yang mengandung kafein dosis rendah dan sedang sebelum

olahraga. Hasilnya adalah terdapat peningkatan fungsi kognisi dibandingkan subjek yang diberikan plasebo.<sup>36</sup>

## **2.2 Lari sebagai Salah Satu Olahraga Aerobik**

Lari merupakan salah satu gerakan dasar manusia yang memegang peranan penting, baik itu dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam olahraga. Untuk dapat berlari dengan maksimal ada beberapa aspek biomotor yang harus dikembangkan melalui latihan, aspek-aspek tersebut adalah kekuatan, kecepatan, daya tahan, kelentukan, dan koordinasi.<sup>37</sup>

Lari adalah salah satu jenis olahraga aerob. Olahraga aerob merupakan aktivitas fisik yang mempunyai beberapa komponen yaitu durasi, frekuensi dan intensitas dari aktivitas fisik. Durasi latihan yang harus dicapai adalah 30-60 menit untuk tiap sesi. Satu minggu dengan minimal lima kali latihan adalah frekuensi latihan yang ideal. Intensitas olahraga aerob yang digunakan pada penelitian ini adalah intensitas sedang yaitu ketika denyut jantung di antara 50-70% dari denyut jantung maksimal, yang mana denyut jantung maksimal didapatkan dari rumus  $220 - \text{usia}$ .<sup>38,39</sup>

### 2.3 Pengaruh Lari terhadap Memori Jangka Pendek

Olahraga tidak hanya bermanfaat bagi kebugaran tubuh, tapi juga bermanfaat terhadap kesehatan fungsi otak, dengan cara meningkatkan neurogenesis, plastisitas sinaps, proses belajar dan fungsi memori.<sup>21</sup>

Dua mekanisme telah diusulkan untuk menjelaskan efek olahraga pada fungsi kognitif: hipotesis oksigen, yang mengukur aliran darah di daerah tertentu di otak, dan hipotesis stimulasi neurotropik, yang menunjukkan bahwa aktivitas neuromuskuler membuat otak bekerja dengan lebih baik. Selama masa remaja dan dewasa muda, plastisitas saraf pada puncaknya. Diperkirakan bahwa olahraga dapat memanfaatkan masa kritis ini dengan merangsang otak, mempromosikan belajar, memori dan berpikir yang lebih baik.<sup>40</sup>

Sebuah penelitian meta-analisis dan beberapa ulasan telah melaporkan bahwa latihan sesi tunggal memberikan manfaat untuk performa kinerja aspek kognitif pada anak muda. Dengan demikian, ada keuntungan tidak hanya mengenai hubungan olahraga kronik pada kognisi, tetapi juga efek transien latihan sesi tunggal.<sup>41</sup>

Penelitian lain telah difokuskan pada efek dari latihan sesi tunggal pada kinerja memori. Anak-anak (11-12 tahun) melakukan tugas mengingat kembali secara bebas (*free-recall memory*), setelah pelatihan aerobik sirkuit, permainan tim, dan latihan lainnya (tidak ada kondisi latihan kontrol). Untuk tugas *free recall memory*, peserta diminta untuk menghafal 20 kata-kata dan menuliskan kata-kata sebanyak mungkin, 100 detik (*free-recall segera*) dan 720 detik (*free recall tertunda*) setelah periode menghafal. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa lebih banyak kata-kata yang diingat selama *recall* tertunda setelah kedua kondisi pelatihan dan game aerobik bertim dibandingkan dengan kondisi kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa proses memori pada anak-anak dapat dibantu oleh latihan sesi tunggal.<sup>41</sup>

Penelitian terbaru meneliti latihan sesi tunggal pada anak-anak dengan memanfaatkan *electroencephalography* (EEG) dan *Event Related Potentials* (ERP) untuk mengungkapkan efek positif yang mendasari latihan akut pada otak dan kognisi. Anak pra-remaja (9-10 tahun) diminta melakukan 15 menit latihan aerobik (M = 165 bpm), dan EEG direkam selama istirahat sebelum dan segera setelah latihan. Analisis menunjukkan bahwa anak-anak memperlihatkan peningkatan aktivitas gelombang alfa di prekuneus (wilayah korteks parietalsuperior yang terlibat dalam pengolahan visuospatial, memori, kesadaran, dan persepsi sadar diri) dan penurunan aktivitas beta di daerah temporal kiri otak setelah latihan aerobik. Peneliti berpendapat bahwa peningkatan aktivitas alfa di prekuneus mungkin mencerminkan keadaan keseluruhan relaksasi fisik, yang dapat meningkatkan konsentrasi. Selanjutnya, penurunan aktivasi beta di daerah otak yang bertanggung jawab untuk aspek memori dan bahasa dapat menyebabkan peningkatan kinerja kognitif dengan mengubah kapasitas pemrosesan yang tersedia. Penelitian menyatakan bahwa perubahan di EEG setelah latihan mencerminkan neuroplastisitas yang mendasari kognisi.<sup>41</sup>

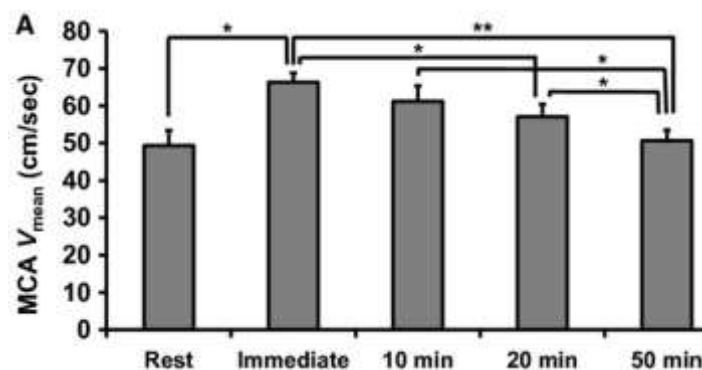
Struktur otak yang mengalami perubahan akibat stimulus salah satunya hipokampus. Penelitian menunjukkan aktivitas fisik aerob mempunyai peranan

penting dalam peningkatan volume hipokampus yang mana hipokampus penting dalam pengolahan informasi untuk memori.<sup>42</sup>

Olahraga aerob rutin meningkatkan fungsi hipokampus akibat adanya serum BDNF. Protein BDNF merupakan salah satu anggota famili neurotropin dari faktor pertumbuhan, dan dikatakan sebagai agen neuroprotektif yang kuat untuk mencegah proses neurodegeneratif. Protein BDNF tidak hanya berpengaruh terhadap proses degeneratif, tapi juga menginduksi neurogenesis, plastisitas sinaps dan memodulasi organisasi struktur sinaps, sehingga berperan penting dalam proses belajar, berpikir tingkat tinggi, regulasi mood dan afeksi. Peningkatan ekspresi BDNF berkorelasi dengan perbaikan fungsi kognitif dan memori pada populasi tersebut. Selain itu, olahraga dapat mengurangi resiko gangguan kognitif ringan atau demensia.<sup>21,43</sup>

Sebuah penelitian memberikan beberapa bukti berupa perbaikan serebrovaskular dan kardiovaskular oleh olahraga, bersama dengan peningkatan aliran darah otak di korteks singulata anterior (*anterior cingulate cortex*, ACC), sebagaimana peningkatan memori verbal terkait dengan peningkatan aliran darah otak dalam hipokampus. Peningkatan aliran darah otak menyebabkan peningkatan kinerja memori. Data mendukung temuan bahwa ACC dan hipokampus bisa menjadi semakin baik terhubung setelah dilakukan latihan.<sup>44,45</sup> Sebaliknya, selama latihan dinamis yang berkepanjangan, aliran darah otak secara bertahap menurun sehubungan dengan hiperventilasi. Pada penelitian ini didapatkan fungsi kognitif

meningkat selama latihan berkepanjangan meskipun ada penurunan aliran darah otak di arteri cerebri media.<sup>46</sup>



**Gambar 1.** Kecepatan rata-rata aliran darah arteri cerebri media selama dilakukan olahraga.

Sumber : Ogoh, Shihegiko.<sup>46</sup>

Pada salah satu penelitian pada tikus, olahraga akut telah meningkatkan aktivitas serotonin (5-HT) di daerah sensitif stres pada otak tikus. Penelitian lain menunjukkan hipokampus memiliki peran sentral dalam kognisi spasial, yang ditandai dengan banyak reseptor pengikat serotonin (5-hydroxytryptamine; 5-HT), terutama dari reseptor subtype 1A (5-HT1A). Hipokampus memiliki reseptor 5-HT1A yang berperan dalam pembelajaran spasial dan memori. Manipulasi farmakologis untuk menginduksi pelepasan 5-HT, atau untuk memblokir penyerapan 5-HT, telah menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstraseluler 5-HT akan mempertahankan atau meningkatkan kinerja memori. Sebaliknya, mengurangi kadar 5-HT akan merusak memori spasial.<sup>47,48</sup>

IGF-I atau *insulin growth factor-1* merupakan faktor penentu perubahan akibat olahraga pada otak orang dewasa. Peneliti telah menunjukkan

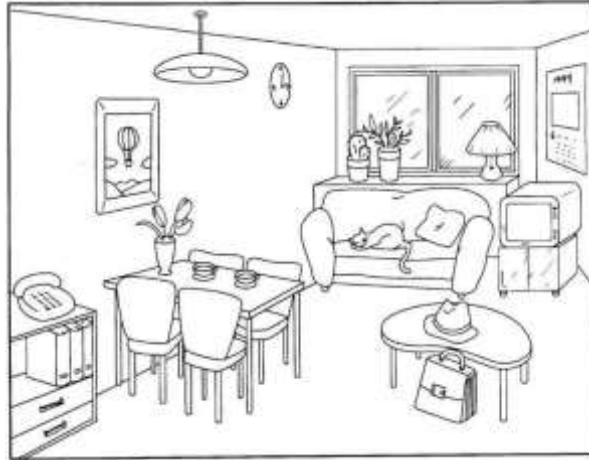
bahwa *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF), *insulin growth factor-1* (IGF-1) dan *vascular endothelial growth factor* (VEGF), penting dalam mengatur neurogenesis hipokampus. Tingkat serum IGF-1 yang lebih rendah berkorelasi secara signifikan dengan penurunan nilai pemeriksaan MMSE (*Mini mental score examination*). Kinerja yang lebih baik dari memori spasial, kemampuan spasial, dan kefasihan lisan berkaitan dengan tingkat IGF-1 yang lebih tinggi.<sup>49-51</sup>

Penelitian olahraga akut sebelumnya, memanfaatkan teknik ERP telah menunjukkan hasil kinerja tugas yang lebih baik, yang diikuti oleh peningkatan amplitudo P300. Anak dengan performa kognitif yang buruk, setelah olahraga aerobik moderat akut ditemukan pada ERP adanya peningkatan amplitudo P300, keadaan yang tidak dijumpai pada kondisi istirahat. Penelitian lain mempelajari efek dari olahraga pada proses kognitif dengan mengukur P300 pada ERP setelah *jogging*. ERP diukur sebelum dan setelah 30 menit *jogging*. Amplitudo P300 yang meningkat secara signifikan setelah *jogging* dibandingkan dengan nilai tercatat sebelum *jogging*. Temuan ini menunjukkan bahwa *jogging* memiliki efek memfasilitasi proses kognitif yang terlibat dalam generasi P300 tersebut.<sup>5,44</sup>

#### **2.4 SPMT (*Scenery picture memory test*)**

SPMT atau *scenery picture memory test* adalah tes untuk mengukur kapasitas memori visual, seperti memori jangka pendek. SPMT merupakan salah satu tes fungsi kognitif untuk deteksi dini pada pasien Alzheimer. SPMT mempunyai keunggulan daripada tes lain seperti *benton visual retention test*, *the rey-osterrieth complex figure*, dan *wechsler memory scale*. Hal itu karena tes - tes tersebut dianggap kurang merepresentasikan kehidupan sehari hari, menimbulkan *floor effect* (skor subjek cenderung di bawah) atau kecenderungan untuk dan memerlukan jangka waktu lama. Sedangkan SPMT disebut lebih sederhana, tidak menimbulkan *floor effect* (skor subjek cenderung di bawah) maupun *ceiling effect* (skor subjek cenderung di atas) dan dapat dilaksanakan dengan lebih mudah.

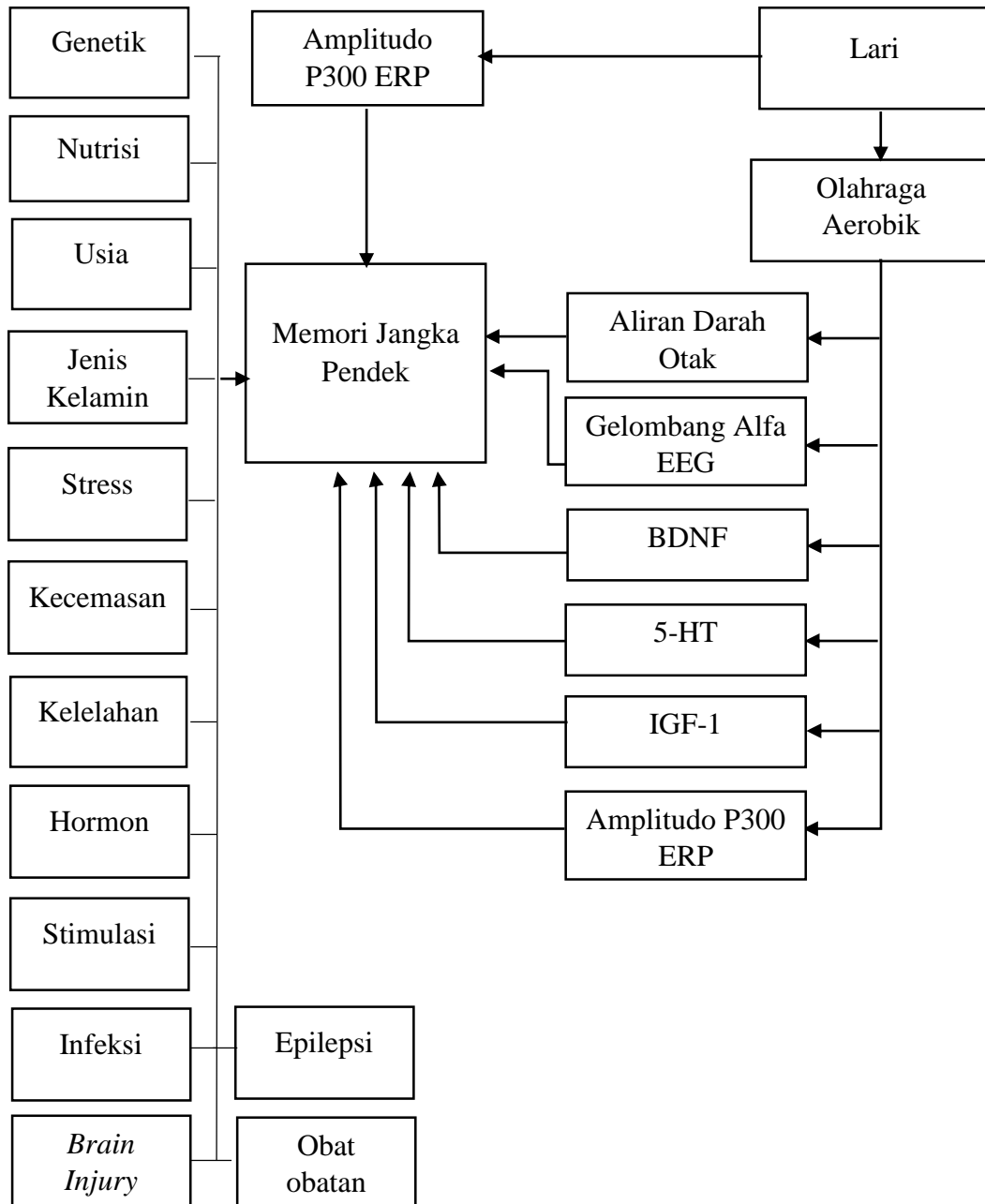
Cara melakukan pemeriksaan adalah dengan diperlihatkan gambar dalam sebuah ruangan dengan 23 benda dan peserta diharuskan menghafal benda tersebut selama 1 menit. Setelah itu, dilakukan tes rentang angka dengan urutan yang benar (*forward digit span*) sebanyak 7 digit dengan tujuan mengecoh peserta. Selanjutnya peserta diinstruksikan untuk menyebut benda-benda yang diingat dalam gambar pada tes SPMT. Penguji mencatat jumlah benda yang disebutkan dengan benar. Pada penelitian sebelumnya, memori jangka pendek dikatakan baik bila peserta bisa menjawab minimal 12 benda dengan benar.<sup>7</sup>



**Gambar 2.** Gambar Ruang Tamu yang Biasa Digunakan pada SPMT

Sumber : Takechi, Hajime<sup>7</sup>

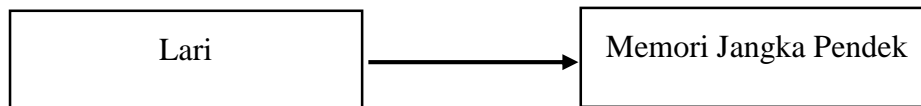
## 2.5 Kerangka Teori



**Gambar 3.** Kerangka Teori

## 2.6 Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori, beberapa variabel perancu dapat memengaruhi variabel tergantung. Pada penelitian ini kami mengukur memori jangka pendek menggunakan *scenery picture memory test* dengan sampel mahasiswa Pendidikan Dokter Universitas Diponegoro yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, oleh karena itu variabel perancu lain dapat dihilangkan sehingga didapatkan kerangka konsep sebagai berikut:



**Gambar 4.** Kerangka Konsep

## 2.7 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah lari sebagai olahraga aerobik intensitas sedang meningkatkan memori jangka pendek mahasiswa Pendidikan Dokter Universitas Diponegoro.