

Hubungan Sensasi *Frisson* Pada Stimulus Musik Dengan Peningkatan Performa Intelegensi

Pamela Felycia Ardhinata,* Yosef Purwoko,** Yuriz Bakhtiar,**
Maria Belladonna Rahmawati***

*Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

**Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

***Departemen Neurologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Abstrak

Pendahuluan: Intelegensi mempengaruhi kemampuan berpikir dan memecahkan masalah. Sensasi frisson meningkatkan produksi hormon dopamin, aktivitas dan aliran darah otak. Tujuan studi ini untuk membuktikan adanya hubungan sensasi frisson pada stimulus musik yang dapat meningkatkan performa intelegensi.

Metode: Penelitian ini adalah penelitian *quasy experimental one group pre- and post-test design*. Subjek penelitian merupakan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro ($n = 30$) yang dipilih secara *purposive sampling*. Stimulasi sensasi frisson berupa musik referensi penelitian sebelumnya berdurasi 15 menit yang didengarkan selama 3 hari. Total lama sensasi frisson diukur menggunakan stopwatch. Performa intelegensi sebelum dan sesudah sensasi frisson diukur menggunakan Ravens Progressive Matrices sehingga diperoleh peningkatan skor. Data dianalisis menggunakan uji Wilcoxon dan regresi linier sederhana.

Hasil: Skor pre-test memiliki median 50,50 (30-56) dan skor post-test 54 (33-59) dengan peningkatan skor RPM bermakna ($p < 0,001$). Lama sensasi frisson berpengaruh positif terhadap peningkatan skor RPM ($p < 0,001$). Hubungan lama sensasi frisson dengan peningkatan skor memiliki persamaan: $y = 0,047 + 2,711x$.

Kesimpulan: Sensasi frisson pada stimulus musik meningkatkan performa intelegensi. Semakin lama sensasi frisson meningkatkan performa intelegensi yang lebih signifikan.

Kata Kunci: frisson, musik, lama sensasi frisson, performa intelegensi, Ravens Progressive Matrices

Association Between Frisson Sensation on Musical Stimuli and Intelligence Performance Improvement

Pamela Felycia Ardhinata,* Yosef Purwoko,** Yuriz Bakhtiar,**
Maria Belladonna Rahmawati ***

*Faculty of Medicine, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
**Department of Physiology, Faculty of Medicine, Universitas Diponegoro,
Semarang, Indonesia
***Department of Neurology, Faculty of Medicine, Universitas Diponegoro,
Semarang, Indonesia

Abstract

Introduction: Intelligence affects someone in thinking and solving problems. Frisson sensation increase dopamine hormone production, activity and blood flow to the brain. Aim: To prove the association between frisson sensations on music stimulus and intelligence performance change.

Methods: A quasy experimental study with one group pre- and post-test design was done to female medical students of Diponegoro University. A total of 30 participants were selected by purposive sampling technique. The stimulation was by listening to mp3 of 5 researcher-selected songs that last for 15 minutes in 3 consecutive days. The frisson measured by using a stopwatch. Intelligence performance before and after the frisson sensation was measured using Ravens Progressive Matrices, so that the difference could be calculated. The collected data was then analyzed using Wilcoxon test and simple linear regression.

Result: The pre-test score had a median of 50.50 (30-56) and a post-test score of 54 (33-59), with a significant increase in RPM scores ($p < 0.001$). The duration of frisson sensation had positive effect on RPM scores differences ($p < 0.001$). Association between the duration and the score improvement could be formulated as: $y = 0.047 + 2,711x$.

Conclusion: The frisson sensation on music stimulus can improve intelligence performance. The frisson that lasts longer will have more significant improvement on intelligence performance.

Keywords: duration of frisson sensation, frisson, intelligence performance music, Ravens Progressive Matrices

Pendahuluan

Performa intelegensi perlu dijaga bagi kelompok dewasa muda, khususnya pada kelompok mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan. Performa intelegensi yang baik akan meningkatkan kemampuan akademik dan non akademik, seperti dapat berkomunikasi dengan baik dan mudah menyesuaikan diri terhadap pelajaran.¹ Bagi mahasiswa kedokteran, kemampuan ini penting dalam proses belajar untuk membentuk representasi mental dan menentukan strategi yang efektif.² Intelegensi membantu individu dalam merencanakan, mempertimbangkan, memecahkan masalah, mempelajari dengan cepat, dan menentukan pilihan yang secara tidak langsung membantu manusia untuk bertahan hidup.³

Hal ini membuat tingkat intelegensi dapat dijadikan prediktor dalam kehidupan mendatang, seperti tingkat edukasi, pekerjaan, kesehatan mental dan fisik, serta mortalitas seseorang.⁴

Berdasarkan penelitian terhadap 200 orang pelajar, sebanyak 60% mengakui mendengarkan musik saat belajar dan 96% diantaranya setuju bahwa musik membantu meningkatkan konsentrasi saat belajar.⁵ Penelitian lain yang dilakukan oleh Universitas Windsor, Kanada membenarkan adanya efek positif musik terhadap tingkat kerja, perubahan mood yang baik, dan meningkatkan ketanggapan.⁶

Musik memiliki kekuatan unik untuk menimbulkan respon emosi yang intens, perubahan fisiologis tubuh, dan aktifitas neurop-

sikologi bagi pendengarnya.⁷ Respon psikofisiologis yang paling banyak dirasakan, yaitu menangis (24%), *chills* atau *shivers* (10%), dan *piloerection* atau *gooseflesh* (5%). *Chills* yang terjadi karena adanya ‘musical surprise’ yang menginduksi afek disebut juga sebagai *musical frisson* atau *skin orgasm*.⁸

Musik yang dapat menimbulkan *frisson*, yaitu bagian musik yang berisi harmoni yang tidak terprediksi, perubahan volume tiba-tiba atau perjalanan masuknya suara penyanyi solo. Beberapa contohnya, antara lain *Chopin's Piano Concerto No. 1: II, Air Supply's Making Love Out of Nothing At All, Vangelis' Mythodea: Movement 6*, dan *Hans Zimmer's Oogway Ascends*. Di seluruh dunia, terdapat sekitar 55-86% populasi yang dapat mengalami efeknya.⁹

Frisson merupakan integrasi intensitas emosional dengan bermacam sensasi taktil yang tidak terlokalisasi. *Frisson* berupa sensasi geli yang nyaman, bulu kuduk berdiri, dan merinding yang disertai perubahan afek. Hal ini dapat terjadi karena adanya mekanisme refleksi batang otak yang mempengaruhi sistem saraf otonom terutama simpatis. Sensasi ini juga mempengaruhi perubahan aliran *cerebral blood flow* (CBF) pada *midbrain, left ventral striatum, bilateral amygdala, left hippocampus, dan ventro medial prefrontal cortex*.⁸ Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara peningkatan CBF dan fungsi kognitif yang berhubungan dengan performa intelegensi.¹⁰

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk meneliti manfaat *musical frisson* terhadap performa intelegensi menggunakan *Raven's Progressive Matrice*. Tes ini mengukur kemampuan memecahkan masalah atau kemampuan edukatif, intelegensi, dan analitik.¹¹ Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan bahwa sensasi *frisson* pada stimulus musik dapat meningkatkan performa intelegensi pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

Metode

Penelitian ini adalah penelitian kuasi eksperimental dengan *one group pre and post-test design*. Subjek penelitian adalah mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro sebanyak 30 subjek yang dipilih secara *purposive sampling*. Kriteria inklusi antara lain mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang, berusia 17-22 tahun, berjenis kelamin perempuan, memiliki kepribadian *openness* yang diukur dengan kuesioner *Ten item personality inven-*

tory (TIPI), memiliki skor 0-9 untuk skala depresi, 0-7 untuk skala kecemasan, dan 0-14 untuk skala stres pada kuesioner *Depression Anxiety Stress Scales* (DASS 42), memiliki kualitas tidur baik dengan kuesioner *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI), dan bersedia menjadi subjek penelitian. Subjek penelitian dieksklusi apabila memiliki riwayat kelainan otak, gangguan psikiatri, gangguan pendengaran, sedang dalam pengobatan sedatif, dan mengkonsumsi minuman yang mengandung elektrolit dan kafein dalam dua jam sebelum tes RPM

Selama tiga hari berturut-turut, pada pukul 21.00 WIB, subjek mendengarkan stimulus *musical frisson* dalam bentuk mp3 berisi lagu yang ditetapkan berdasarkan referensi penelitian sebelumnya. Subjek penelitian mendengarkan dengan menggunakan *earphone*. Ketika sensasi tersebut dirasakan mengukur akumulasi durasi sensasinya dengan menggunakan *stopwatch* dalam satuan menit. Performa intelegensi diukur pada H-1 dan H+1 (sebelum dan setelah) perlakuan menggunakan *Ravens Progressive Matrices* (RPM) serta dilakukan perhitungan peningkatan / selisih skor.

Seluruh prosedur penelitian telah disetujui dengan dikeluarkannya *ethical clearance* No. 63/EC/KEPK/FK-UNDIP/V/2020 dari Komisi Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang. Subjek penelitian telah diberikan penjelasan terkait maksud, tujuan, manfaat, protokol penelitian, dan efek samping yang mungkin terjadi serta mengisi kuesioner dan surat *informed consent* sebelum penelitian dilakukan.

Analisis data menggunakan program SPSS versi 26. Data ditampilkan secara deskriptif dan analitik. Pada data deskriptif, data yang berskala nominal seperti jenis kelamin, riwayat kelainan otak, gangguan pendengaran, status psikiatri, dan kualitas tidur dinyatakan dalam bentuk distribusi frekuensi dan persentase. Data yang berskala numerik seperti umur, skor performa intelegensi, dan sebagainya dinyatakan sebagai median dan rentang minimum-maksimum karena berdistribusi tidak normal. Uji normalitas data menggunakan *Saphiro Wilk*.

Uji hipotesis terkait perbedaan skor performa intelegensi menggunakan uji *Wilcoxon* karena data tidak berdistribusi normal. Uji hipotesis terkait hubungan peningkatan skor performa intelegensi dengan lama sensasi *frisson* menggunakan regresi linear dan untuk merumuskan persamaan garis linear $Y = a + \beta X$ dengan X adalah lama sensasi *frisson*

dan Y adalah peningkatan performa intelegensi. Untuk melihat signifikansi persamaan regresi, dapat diamati dari nilai p hasil uji ANOVA. Apabila nilai $p < 0,05$, persamaan regresi tersebut dapat digunakan untuk prediksi peningkatan performa intelegensi.

Hasil

Karakteristik Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2020, melibatkan 30 orang mahasiswa Program Studi Kedokteran Umum Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Seluruh subjek penelitian berjenis kelamin perempuan (100%). Berdasarkan usia, subjek penelitian yang berusia 19 tahun sebanyak 14 orang (46,67%). Subjek yang berusia 20 tahun sebanyak 11 orang (36,67%). Subjek yang berusia 21 tahun sebanyak 5 orang (16,67%). Dari data tersebut, diketahui bahwa subjek paling banyak berusia 19 tahun dan paling sedikit berusia 21 tahun dengan rerata usia seluruhnya 19,7 tahun. Subjek yang terlibat seluruhnya berkepribadian *openness* yang lebih bersifat terbuka terhadap pengalaman baru sehingga lebih dimungkinkan untuk mengalami sensasi *frisson*.

Pengukuran Skor *Pre* dan *Post* RPM

Hasil pengukuran performa intelegensi dengan RPM sebelum dan sesudah sensasi *frisson* pada stimulus musik selama 3 hari menunjukkan data yang tidak berdistribusi normal. Median skor *pre-test* performa intelegensi sebelum sensasi *frisson* adalah 50,50 dengan skor minimal 30 dan skor maksimal 56. Median skor *post-test* setelah sensasi *frisson* adalah 54,00 dengan skor minimal 33 dan skor maksimal 59.

Pada uji *Wilcoxon* dengan membandingkan skor *pre-test* dan *post-test*, terdapat peningkatan skor RPM yang bermakna ($p < 0,001$) dengan adanya sensasi *frisson* yang dirasakan. Nilai N pada negative ranks 0 yang berarti tidak ada data yang mengalami penurunan skor RPM. Nilai N pada positif ranks 30 yang berarti terdapat 30 data yang mengalami peningkatan skor RPM. Berdasarkan uji analisis, terdapat perubahan bermakna antara skor performa intelegensi sebelum dan sesudah sensasi *frisson* yang dirasakan.

Hubungan Durasi *Frisson* dengan Peningkatan Skor SPMT

Hubungan lama sensasi *frisson* dengan peningkatan skor RPM diukur dengan menggunakan regresi linear. Variabel bebas yang digunakan berupa total lama sensasi *frisson* yang dirasakan dan variabel terikat berupa peningkatan RPM.

Pengaruh lama sensasi *frisson* yang dirasakan dengan skor RPM dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan analisis statistik, nilai signifikansi menunjukkan hasil $< 0,001$ sehingga lama sensasi *frisson* yang dirasakan memberikan pengaruh terhadap peningkatan skor RPM. Hubungan lama sensasi *frisson* yang dirasakan dengan peningkatan skor RPM dapat dijabarkan dengan persamaan berikut.

$$y = 0.047 + 2,711 x$$

Dengan y = peningkatan skor RPM
 x = lama sensasi *frisson*
 (dalam satuan menit)

Berdasarkan tabel, nilai *R square* adalah 0,890 yang mengandung arti bahwa lama sensasi *frisson* yang dirasakan memberikan pengaruh sebesar 89% terhadap peningkatan skor RPM pada penelitian ini, sedangkan 11% dipengaruhi oleh variabel/faktor lain di luar persamaan regresi ini atau yang tidak diteliti. Karena koefisien regresi bernilai positif, maka dapat dikatakan bahwa lama sensasi *frisson* yang dirasakan berpengaruh positif meningkatkan skor RPM sehingga semakin lama sensasi *frisson* yang dirasakan, semakin signifikan pula peningkatan skor RPM.

Diskusi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan performa intelegensi setelah sensasi *frisson* yang dirasakan selama 3 hari berturut-turut dengan durasi musik sekitar 15 menit. Performa intelegensi yang diukur dengan skor *Raven's Progressive Matrices* meningkat secara signifikan yang tampak pada skor *post-test* yang lebih tinggi daripada skor *pre-test*. Hasil ini sesuai dengan hipotesis awal.

Intelegensi merupakan kemampuan mental untuk *reasoning* (berpikir beralasan), *problem solving* (pemecahan masalah), dan *learning* (belajar).¹² Intelegensi melibatkan kemampuan untuk berpikir, merencanakan, memecahkan masalah, berpikir abstrak, memahami ide yang kompleks, belajar dengan cepat, dan belajar dari pengalaman.¹³

Seluruh bagian otak berperan dalam

Tabel 1. Hubungan Lama Sensasi *frisson* dengan Peningkatan Skor RPM

Lama Sensasi Frisson (Menit)	Rerata Skor Pre-Test	Rerata Skor Post-Test	Rerata Peningkatan Skor RPM
0 - 1	50,80	52,70	1,90
1 - 2	49,50	52,90	4,10
2 - 3	47,50	54,50	7,00

intelegensi, baik area otak frontal, parietal, temporal, maupun oksipital. Akan tetapi regio otak khususnya korteks prefrontal dorsolateral (BAs 9, 45, 46, and 47) dan korteks parietal (BAs 7 and 40) merupakan bagian paling penting terhadap intelegensi. Jaringan frontoparietal tidak hanya penting terhadap intelegensi, tetapi juga penting untuk memori kerja.¹⁴

Pada penelitian ini, ditemukan peningkatan performa intelegensi setelah sensasi *frisson* yang dirasakan. Mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya, peningkatan performa intelegensi setelah sensasi *frisson* dapat terjadi karena adanya mekanisme neurofisiologis otak. Diketahui bahwa sensasi *frisson* bekerja melalui mekanisme refleksi batang otak, berkaitan dengan fungsi sistem saraf otonom terutama simpatis yang memicu terjadinya peningkatan aktivitas dan aliran darah otak pada *midbrain*, *left ventral striatum*, *bilateral amygdala*, *left hippocampus*, dan *ventro medial prefrontal cortex*.⁸ Mekanisme ini teraktivasi oleh onset suara yang terjadi secara mendadak, frekuensi yang sangat tinggi atau rendah, dan perubahan suara tiba-tiba. Hal ini ditunjukkan dengan tercapainya puncak skin *conduction level*, serta peningkatan frekuensi denyut jantung, dan pernafasan.¹⁵

Hubungan antara *frisson* dan sistem saraf otonom dibuktikan dengan sebuah penelitian yang menyatakan bahwa antagonis opioid efektif menghambat mekanisme *frisson* tersebut.¹⁶ Selain itu, *nucleus caudatus* teraktivasi saat terjadi puncak emosi diikuti dengan aktivasi *nucleus accumbens* berperan dalam timbulnya *musical frisson*. Puncak sensasi yang dirasakan memicu terjadinya pelepasan hormon dopamin yang berhubungan langsung dengan memori kerja, fungsi kognitif, dan atensi. Penelitian farmakologis menyebutkan bahwa peningkatan hormon tersebut dapat meningkatkan memori kerja dan fungsi eksekutif. Hal ini berhubungan dengan *dopaminergic mesolimbic pathway* yang terdiri dari area tegmentum ventral, korpus striatum (ventral: *nucleus accumbens*; dorsal: *nucleus caudatus*), korteks orbitofrontal, korteks ventromedial, amigdala, dan insula.⁸

Kedua mekanisme tersebut didukung

oleh penelitian yang dilakukan oleh *Blood and Zatorre* menggunakan *Positron Emission Tomography* (PET) yang mengemukakan bahwa *frisson* ditandai dengan adanya peningkatan *cerebral blood flow* pada area yang berhubungan dengan sistem dopaminergik. Mereka menemukan bahwa struktur seperti *nucleus accumbens*, area tegmental ventral, thalamus, insula, dan singuli anterior lebih aktif saat reaksi *frisson*.¹⁷

Pada dasarnya, musik sendiri memiliki kekuatan unik untuk menimbulkan aktifitas neuropsikologi bagi pendengarnya.⁷ Pemberian stimulasi, seperti mendengarkan musik dapat mempengaruhi kecepatan konduksi aktivitas elektrik otak.¹⁸ Penelitian lain yang dilakukan oleh Universitas Windsor, Kanada membenarkan adanya efek positif musik terhadap tingkat kerja, perubahan mood yang baik, dan meningkatkan ketanggapan.⁶ Oleh karena itu, pemberian stimulus musik saja kemungkinan sudah dapat meningkatkan performa intelegensi.

Penelitian ini juga bertujuan untuk membuktikan adanya hubungan antara lama sensasi *frisson* yang dirasakan dengan perubahan performa intelegensia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama sensasi *frisson* yang dirasakan memberikan pengaruh positif untuk meningkatkan skor RPM. Semakin lama sensasi *frisson* yang dirasakan, maka akan semakin signifikan pula peningkatan skor RPM. Oleh karena itu, peningkatan skor RPM pada penelitian ini memang salah satunya disebabkan karena sensasi *frisson* yang dirasakan itu sendiri.

Berdasarkan analisis statistik, lama sensasi *frisson* yang dirasakan memberikan pengaruh sebesar 89% terhadap peningkatan skor RPM pada penelitian ini, sedangkan 11% dipengaruhi oleh variabel/faktor lain di luar persamaan regresi ini atau yang tidak diteliti. Beberapa faktor tersebut antara lain asupan nutrisi maupun aktivitas di luar sensasi *frisson* yang dapat memstimulasi bagian otak yang berperan pada fungsi kognitif dan memori kerja baik secara langsung maupun tidak yang tidak dapat dikontrol.

Keterbatasan penelitian ini adalah pemilihan musik yang didasarkan pada pe-

nelitan yang dilakukan di luar negeri, dimana tingkat efektivitas untuk menstimulasi *frisson* pada masyarakat Indonesia dapat berbeda. Selain itu, peneliti tidak dapat mengendalikan seluruh aktivitas dari subjek penelitian. Aktivitas yang tidak dapat dikontrol, stimulasi lainnya, asupan nutrisi, dan aktivitas lainnya dapat mempengaruhi performa intelegensi. *Follow up* terkadang tidak mudah dilakukan karena indisipliner dari subjek penelitian. Selain itu, seluruh subjek penelitian pada penelitian ini adalah berjenis kelamin perempuan karena diketahui memiliki kekuatan emosi yang lebih sensitif sehingga lebih memungkinkan mengalami *frisson* dan belum dilakukan penelitian pada laki-laki.

Kesimpulan

Sensasi *frisson* pada stimulus musik dapat meningkatkan performa intelegensi yang ditunjukkan dengan skor RPM setelah merasakan sensasi *frisson* yang lebih tinggi dibandingkan sebelum merasakan sensasi *frisson*. Terdapat hubungan antara lama sensasi *frisson* pada stimulus musik dengan performa intelegensi dimana terdapat peningkatan skor RPM yang signifikan pada subjek penelitian yang merasakan sensasi *frisson* yang lebih lama.

Saran

Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan homogenisasi terhadap musikalitas subjek penelitian serta pendataan genre musik favorit, penelitian lanjutan mengenai manfaat sensasi *frisson*, dan penelitian perbandingan antara subjek penelitian berjenis kelamin laki-laki dengan perempuan.

Daftar Pustaka

- Safitri N. Correlation Relationship Between Perception OF Interpersonal Intelligence With Affective Students In Curriculum Development In Elementary Teacher. 2019;03(01):1–4.
- Sholikhati R, Mardiyana, Sari Saputro DR. Students' thinking level based on intrapersonal intelligence. J Phys Conf Ser. 2018;943(1).
- Goriounova NA, Mansvelder HD. Genes, cells and brain areas of intelligence. Front Hum Neurosci. 2019;13(February):1–14.
- Plomin R, Deary IJ. Genetics and intelligence differences: Five special findings. Mol Psychiatry. 2015;20(1):98–108.
- Kumar N, Wajidi MA, Chian YT, Vishroothi S, Swamy Ravindra S, Ashwini Aithal P. The effect of listening to music on concentration and academic performance of the student: Cross-sectional study on medical undergraduate students. Res J Pharm Biol Chem Sci. 2016;7(6):1190–5.
- Dolegui AS. The Impact of Listening to Music on Cognitive Performance. Student Pulse [Internet]. 2013;5(09):9–14. Tersedia pada: <http://www.studentpulse.com/articles/762/the-impact-of-listening-to-music-on-cognitive-performance>
- Bannister S, Eerola T. Suppressing the Chills : Effects of Musical Manipulation on the Chills Response. 2018;9(October):1–16.
- Harrison L, Loui P. Thrills , chills , frissons, and skin orgasms : toward an integrative model of transcendent psychophysiological experiences in music. 2014;5(July):1–6.
- Colver M. Why do only some people get “skin orgasms” from listening to music? 2016;1–5. Tersedia pada: <https://theconversation.com/why-do-only-some-people-get-skin-orgasms-from-listening-to-music-59719>
- Takeuchi H, Taki Y, Hashizume H, Sassa Y, Nagase T, Nouchi R, et al. Cerebral blood flow during rest associates with general intelligence and creativity. PLoS One. 2011;6(9):4–12.
- Bonetti L, Costa M. Intelligence and Musical Mode Preference. Empir Stud Arts. 2016;34(2):160–76.
- Colom R, Karama S, Jung RE, Haier RJ. Human intelligence and brain networks. Dialogues Clin Neurosci [Internet]. 2010;12(4):489–501. Tersedia pada: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21319494><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3181994>
- Deary IJ, Penke L, Johnson W. The neuroscience of human intelligence differences. Nat Rev Neurosci [Internet]. 2010;11(3):201–11. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1038/nrn2793>
- Sherwood L. Human Physiology: from cells to system. Jakarta :EGC; 2015.
- Lee YS, Silva AJ. The molecular and cellular biology of enhanced cognition. Nat Rev Neurosci. 2009;10(2):126–40.
- Javed, Kinaan; Lui F. Neuroanatomy, Cerebral Cortex. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019.
- Salimpoor VN, Benovoy M, Longo G, Cooperstock JR, Zatorre RJ. The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. PLoS One. 2009;4(10).
- Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. Nat Neurosci [Internet]. 2011;14(2):257–64. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1038/nn.2726>
- Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. Proc Natl Acad Sci U S A. 2001;98(20):11818–23.
- Sternberg RJ. Intelligence: State of the art. Dialogues Clin Neurosci. 2012;14(1):19–27.

