



## Kontribusi Epigenetik Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Kecerdasan Spiritual Mahasiswa

Irma Yuniar Wardhani

Institut Agama Islam Negeri Kudus, Jl. Conge Ngembalrejo, Kudus, Indonesia

Surel penanggung jawab tulisan: [irmayuniar@iainkudus.ac.id](mailto:irmayuniar@iainkudus.ac.id)

### Article History

Received: 22 April 2022. Received in revised form: 2 May 2022. Accepted: 18 May 2022.

**Abstrak.** Mekanisme perubahan genetik yang terjadi akibat adanya interaksi dengan lingkungan dalam ilmu biologi dikenal dengan istilah epigenetik. Epigenetik memiliki peran dalam pembelajaran dan pembentukan memori dan penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi epigenetik sebagai variabel kanonik independent terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kecerdasan spiritual mahasiswa tadaris biologi. Jenis penelitian ini merupakan multivariat korelasional dengan pendekatan kuantitatif. Sampel penelitian diambil dengan teknik *stratified random sampling*. Instrumen pengambilan data menggunakan *selected response test* untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi, sedangkan instrumen angket untuk memperoleh data epigenetik dan kecerdasan spiritual mahasiswa. Teknik analisis data menggunakan analisis multivariat kanonik dengan bantuan software SPSS. Hasil analisis interpretasi bobot kanonik, muatan kanonik dan muatan silang kanonik menunjukkan bahwa *nature* dan *nurture* (epigenetik) merupakan variabel yang sama-sama memberikan kontribusi dan berkorelasi terhadap variabel dependen kanonik (kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kecerdasan spiritual mahasiswa).

**Kata Kunci:** *Epigenetik, Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi, Kecerdasan Spiritual*

**Abstract.** The mechanism of genetic changes that occur due to interactions with the environment in biology is known as epigenetics. Epigenetics has a role in learning and memory formation and storage. This study aims to determine how big the contribution of epigenetics as an independent canonical variable to the higher order thinking skills and spiritual intelligence of education biology students. This type of research is a correlational multivariate with a quantitative approach. The research sample was taken by using stratified random sampling technique. The data collection instrument used a selected response test instrument to measure higher order thinking skills and a questionnaire instrument to obtain epigenetic data and students' spiritual intelligence. The data analysis technique used canonical multivariate analysis with the help of SPSS software. The results of the analysis of interpretation of canonical weights, canonical loads and canonical cross-loads show that nature and nurture (epigenetics) are variables that both contribute and correlate to the canonical dependent variable (HOTs and student spiritual intelligence).

**Keywords:** Epigenetics, Higher Order Thinking Skills, Spiritual Intelligence

## 1. PENDAHULUAN

Pembahasan mengenai kecerdasan, keterampilan berpikir dan intelegensi selalu menjadi bahan yang menarik untuk dikaji lebih dalam. Beberapa kajian mengenai keterampilan berpikir mengaitkannya dengan aspek genetik (*nurture*) dan aspek lingkungan (*nature*). Banyak ahli melakukan kajian yang lebih mendalam di bidang neuropsikologi terutama bagaimana lingkungan memengaruhi ekspresi gen pada tingkat molekular. Kajian mengenai interaksi antara genetik dan lingkungan menjadi topik hangat untuk dibahas terutama dalam cabang ilmu biologi. Mekanisme perubahan genetik yang terjadi akibat adanya interaksi dengan lingkungan dalam ilmu biologi dikenal dengan istilah epigenetik.

Epigenetik muncul sebagai jembatan yang menghubungkan antara gen dan pengaruh faktor lingkungan, seperti gaya hidup, kebiasaan, pengalaman belajar, pola konsumsi, dan sebagainya. Epigenetik juga bertindak sebagai penghubung antara teori psikologi klasik dengan biologi modern yang membahas tentang kerja memori, kecerdasan, dan keterampilan berpikir (Sajidan & Afandi, 2018). Proses epigenetik bertujuan untuk mengatur pola ekspresi gen, mengendalikan kerja gen, enzim dan hormon yang akan terekspresikan dalam fenotipe individu (Vinci, 2012).

Mekanisme epigenetik memiliki peran dalam pembelajaran dan pembentukan memori serta penyimpanan. Terdapat dua bagian otak, yaitu hippocampus yang berfungsi untuk konsolidasi memori tetapi bukan untuk penyimpanan memori jangka panjang, serta korteks yang berfungsi untuk penyimpanan memori jangka panjang. Day & Sweatt (2010) menjelaskan bahwa ada dua mekanisme epigenetik, satu yang berpartisipasi dalam konsolidasi di hippocampus dan satu yang lain berpartisipasi dalam penyimpanan memori di korteks. Meskipun kedua mekanisme tersebut berbeda, tetapi memiliki peran dalam pembentukan sinapsis di otak.

Pembentukan koneksi sinapsis baru di otak sangat penting selama pembelajaran dan pembentukan memori. Hasil penelitian menyatakan bahwa epigenetik telah terbukti menjadi salah satu mekanisme yang menghasilkan dan mempertahankan perubahan dalam plastisitas sinapsis dan pembentukan memori. Menurut Lipsky (2013) terdapat tiga mekanisme epigenetik yang terjadi dalam tingkat molekular yaitu metilasi DNA, modifikasi histone dan kegiatan miRNA, ketiga mekanisme tersebut terjadi dalam proses belajar dan pembentukan memori, dan aktivitas ketiganya menunjukkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Berdasarkan

penjelasan tersebut, maka pengertian epigenetik dalam penelitian ini berfokus pada epigenetika perilaku yang berupaya menjelaskan bagaimana ekspresi gen dipengaruhi oleh pengalaman dan lingkungan, sehingga menghasilkan perbedaan individu dalam perilaku termasuk dalam kemampuan berpikirnya.

Menurut Brookhart (2010) kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) merupakan kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki untuk dikembangkan dalam pembelajaran melalui berpikir kritis dalam pemecahan masalah. Sejalan dengan hal tersebut, Forster (2004) menjelaskan tentang konsep *berpikir tingkat tinggi* merupakan suatu proses berpikir yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan dalam kehidupan sehari-hari. *The Australian Council for Educational Research* (ACER) menyatakan bahwa berpikir tingkat tinggi merupakan proses menganalisis, merefleksi, memberikan argumen, menerapkan konsep pada situasi berbeda, menyusun, dan menciptakan. Kemampuan berpikir tingkat tinggi termasuk kemampuan memecahkan masalah, keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, kemampuan berargumen, dan kemampuan mengambil keputusan (Hamidah, 2019).

Kemampuan berpikir ranah kognitif Bloom meliputi pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis dan evaluasi. Kemampuan pengetahuan, pemahaman, dan aplikasi termasuk kemampuan berpikir tingkat rendah, sedangkan kemampuan analisis, sintesis dan evaluasi termasuk kemampuan berpikir tingkat tinggi. Berdasarkan Taksonomi Bloom yang telah direvisi pada aspek kognitif terdiri atas kemampuan menghafal (C1), memahami (*understanding* C2), Mengaplikasikan (*applying* C3), menganalisis (*analyzing* C4), mengevaluasi (*evaluating* C5), mencipta (*creation*, C6) (Anderson & Krathwol, 2016).

Definisi kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam penelitian yaitu kemampuan berpikir yang menjadi dasar dalam memecahkan suatu permasalahan yang kompleks dengan cara menguraikannya dan menetapkan kriteria pemecahannya sehingga permasalahan tersebut dapat terselesaikan melalui ide, strategi dan pengetahuan yang dimiliki peserta didik. Pemecahan masalah yang baik harus diiringi pengambilan keputusan yang tepat. Meskipun pemecahan suatu masalah membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, akan tetapi dibutuhkan kecerdasan spesifik untuk dapat mengambil suatu keputusan, yaitu kecerdasan spiritual.

Kecerdasan spiritual merupakan kemampuan tertinggi dari perkembangan akal budi untuk menghadapi perilaku atau kehidupan dalam konteks yang lebih luas dan merupakan landasan untuk memfungsikan IQ serta EQ secara efektif (Saefullah, 2012). Zohar & Marshall (2001) menggambarkan orang yang memiliki kecerdasan spiritual sebagai orang yang mampu bersikap fleksibel, beradaptasi secara spontan dan aktif, mempunyai kesadaran diri yang tinggi, mampu menghadapi dan memanfaatkan penderitaan, rasa sakit, memiliki visi dan prinsip nilai, mempunyai komitmen dan bertindak penuh tanggung jawab. Penggunaan kecerdasan spiritual dalam pengambilan keputusan cenderung akan melahirkan keputusan terbaik.

Pemecahan masalah yang baik harus diiringi pengambilan keputusan yang tepat. Meskipun dalam pemecahan suatu masalah membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, akan tetapi dibutuhkan kecerdasan spesifik untuk dapat mengambil suatu keputusan, yaitu kecerdasan spiritual. Kecerdasan spiritual merupakan kemampuan tertinggi dari perkembangan akal budi untuk menghadapi perilaku atau kehidupan dalam konteks yang lebih luas dan merupakan landasan untuk menggunakan IQ serta EQ secara efektif (Saefullah, 2012). Definisi kecerdasan spiritual dalam penelitian ini adalah kemampuan berfikir rasional dan menentukan perilaku seseorang agar lebih bermakna yang berasal dari keimanan yang diimani dan menjadikan hal tersebut sebagai sumber pedoman hidup.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kontribusi epigenetik terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kecerdasan spiritual pada mahasiswa Tadris Biologi IAIN Kudus. Hal tersebut akan menjembatani permasalahan dan berkontribusi pada pembelajaran, sehingga di dalam pembelajaran perlu memperhatikan bagaimana *nature* dan *nurture* sangat memengaruhi penguasaan keterampilan berpikir dan perilaku seseorang.

## 2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian korelasi multivariat dengan pendekatan kuantitatif. Populasi penelitian yang ditetapkan adalah seluruh mahasiswa Tadris Biologi IAIN Kudus (286 mahasiswa) dari 2 kelas mahasiswa TA 2019/2020 dan 2 kelas TA 2020/2021. Sampel penelitian diambil dengan teknik pengambilan sampel acak (*stratified random sampling*) berdasarkan kelompok kelas (*cluster*).

Variabel epigenetic pada penelitian ini meliputi *nature* dan *nurture*. *Nature* meliputi indikator sifat bawaan, kelainan genetik dan gaya belajar, sedangkan *nurture* meliputi indikator stress/trauma, pola asuh orang tua dan lingkungan sosial. Indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi yang digunakan dalam penelitian ini berdasar pada revisi taksonomi Bloom meliputi kemampuan menganalisis, mengevaluasi dan mencipta. Indikator kecerdasan spiritual yang digunakan meliputi (1) meyakini keberadaan Tuhan, (2) mampu melakukan praktik keagamaan dan diterapkan dalam kehidupan secara menyeluruh, (3) memiliki karakter dan perilaku yang baik, (4) mampu bersikap fleksibel, (5) Mampu menghadapi dan memanfaatkan penderitaan/ rasa sakit, (6) memiliki kesadaran diri yang tinggi.

Instrumen pengambilan data menggunakan *selected response test* untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi, instrumen angket untuk memperoleh data epigenetik dan kecerdasan spiritual. Instrumen tes dan angket yang digunakan telah divalidasi meliputi validasi konstruk dan validasi konten. Teknik analisis data menggunakan analisis multivariat kanonik dengan bantuan *software* SPSS.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Nilai Eigen dan Korelasi Kanonik

Berdasarkan peritungan menunjukkan terpenuhinya uji asumsi korelasi kanonik, maka dapat dilanjutkan dengan menentukan fungsi kanonik. Dengan menggunakan program SPSS didapat hasil pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Nilai Eigen dan Korelasi Kanonik

<i>Root No.</i>	<i>Eigen value</i>	<i>Pct.</i>	<i>Cum Pct.</i>	<i>Canon Cor.</i>	<i>Sq.Cor</i>
1	0,281	82,595	82,595	0,469	0,220
2	0,059	17,405	100,000	0,237	0,056

Pada Tabel 1 dengan melihat *root* terdapat dua fungsi kanonik yaitu fungsi ke-1 mengakomodasi 82,595% hubungan kanonik dan fungsi ke-2 mengakomodasi 17,405% hubungan kanonik. Berdasarkan hasil analisis ini dapat diperoleh bahwa fungsi ke-1 lebih berarti dibanding fungsi ke-2.

#### 3.2. Interpretasi Fungsi Kanonik

Analisis ini berfungsi untuk mengetahui apakah semua variabel independen kanonik berhubungan dengan variabel dependen kanonik, yang diukur dengan besaran korelasi masing-masing variabel independen dengan variabel kanoniknya.

Interpretasi variabel kanonik dilakukan dengan interpretasi tiga koefisien, yaitu bobot kanonik, muatan kanonik, dan muatan silang kanonik.

### 1) Bobot kanonik

**Tabel 2.** Bobot Variabel Kanonik Kelompok Pertama

<i>Covariate</i>	1	2
X1	0,998	0,379
X2	-0,706	0,801

**Tabel 3.** Bobot Variabel Kanonik Kelompok Kedua

<i>Variable</i>	1	2
Y1	0,965	-0,284
Y2	0,385	0,929

Berdasarkan Tabel 2 3 didapat persamaan untuk fungsi kanonik pertama:

$$U1 = 0,998 X1 - 0,706 X2$$

$$V1 = 0,965 Y1 + 0,385 Y2$$

Besarnya (koefisien) bobot menunjukkan kontribusi variabel kanonik. Pada fungsi ke-1, variabel dengan kontribusi terbesar adalah epigenetik (*nature*). Fungsi kedua, variabel dengan kontribusi terbesar adalah epigenetik (*nurture*). Variabel kanonik dependen berhubungan erat dengan Y1 (*Higher Order Thinking skills*) pada fungsi pertama dan Y2 (kecerdasan spiritual) pada fungsi ke dua. Artinya, variabel *nature* dan *nurture* memiliki kontribusi sebagai variabel independen kanonik (epigenetik mahasiswa). Variabel kemampuan *berpikir tingkat tinggi* dan kecerdasan spiritual sama-sama memberikan kontribusi sebagai variabel dependen kanonik.

### 2) Muatan kanonik

Muatan kanonik menyatakan korelasi variabel terhadap variabel kanonik dengan variabel bergabung dalam setiap fungsi kanonik.

**Tabel 4.** Muatan Variabel Kanonik kelompok pertama

<i>Covariate</i>	1	2
X1	0,117	0,045
X2	-0,085	0,096

**Tabel 5.** Muatan Variabel Kanonik kelompok kedua

<i>Variable</i>	1	2
Y1	0,106	-0,031
Y2	0,094	0,228

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 didapatkan persamaan untuk fungsi kanonik pertama:

$$U1 = 0,117 X1 - 0,085 X2$$

$$V1 = 0,106 Y1 + 0,094 Y2$$

Muatan kanonik yang mendominasi pada variabel independen adalah  $X1$  (*nature*) pada fungsi pertama dan  $X2$  (*nurture*) pada fungsi kedua. Variabel dependen muatan kanonik yang mendominasi adalah  $Y1$  (HOTs) pada fungsi pertama dan  $Y2$  (kecerdasan spiritual) pada fungsi kedua.

### 3) Muatan silang kanonik

Muatan silang kanonik menyatakan korelasi variabel dalam suatu variabel kanonik terhadap variabel kanonik lainnya.

**Tabel 6.** Muatan silang kanonik kelompok pertama

Covariate	1	2
X1	0,750	0,661
X2	-0,355	0,935

**Tabel 7.** Muatan silang kanonik kelompok kedua

Variable	1	2
Y1	0,924	-0,383
Y2	0,283	0,959

Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7, variabel  $X1$  (*nature*) memiliki muatan silang kanonik tertinggi dan berkorelasi kuat dengan  $Y1$  (kemampuan *higher order thinking*) pada fungsi pertama. Pada fungsi kedua, variabel  $X2$  (*nurture*) memiliki muatan silang tertinggi dan berkorelasi kuat dengan  $Y2$  (kecerdasan spiritual mahasiswa).

Kemampuan *berpikir tingkat tinggi* merupakan kemampuan berpikir yang seyogyanya dimiliki mahasiswa, karena kemampuan berpikir tingkat tinggi meliputi kemampuan berpikir yang kompleks, tidak sekedar kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan mengambil keputusan tetapi juga mencakup kemampuan berpikir kritis dan kreatif, mahasiswa harus dapat mensintesis teori dan menerapkannya secara kontekstual. Berpikir tingkat tinggi merupakan rekonstruksi pengalaman intelektual, emosional, fisik, dan pengalaman ilmiah pada proses pembelajarannya (Utami *et al.*, 2017).

Berdasarkan data hasil, diketahui bahwa lebih dari 75% mahasiswa Tadris Biologi memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan kategori minimal “Baik” khususnya pada mata kuliah Biologi Sel dan Molekuler dan mata kuliah Genetika. Hal tersebut karena dalam setiap perkuliahan mahasiswa tidak sekedar presentasi dan diskusi, tetapi juga melaksanakan praktikum dan di setiap selesai pembahasan sub materi, mahasiswa selalu terbiasa dengan adanya *post-test* atau latihan soal.

Mahasiswa terbiasa menyusun laporan praktikum mandiri dan tugas-tugas yang diberikan berkaitan dengan permasalahan Biosel dan Genetika sehari-hari. Meskipun demikian, masih ada 19% mahasiswa yang memiliki kemampuan kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan kategori “Cukup” dan sebanyak 4,8% mahasiswa memiliki kemampuan HOTS “Kurang”. Berkaitan dengan Kecerdasan Spiritual mahasiswa, menunjukkan bahwa lebih dari 80% mahasiswa Tadris Biologi memiliki Kecerdasan Spiritual dengan kategori minimal “Cukup Baik” dan sebesar 14,29% mahasiswa memiliki Kecerdasan Spiritual “Kurang”.

Kecerdasan Spiritual berkaitan dengan yakin keberadaan Tuhan, mampu melakukan praktik keagamaan dan diterapkan dalam kehidupan secara menyeluruh, memiliki karakter dan perilaku yang baik, mampu bersikap fleksibel, mampu menghadapi dan memanfaatkan penderitaan/rasa sakit, memiliki kesadaran diri yang tinggi. Utami *et al.* (2017) menjelaskan bahwa keterampilan berpikir kritis mahasiswa tergambar dari cara mereka menggunakan pikiran dasar, memunculkan wawasan dari interpretasi, menganalisis argumen, memahami asumsi, memformulasikan masalah, melakukan deduksi dan induksi, serta mengambil keputusan yang tepat.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan korelasi kanonik, diketahui tiga hasil interpretasi yaitu bobot kanonik, muatan kanonik dan muatan silang kanonik. Pada Tabel 1 diketahui terdapat dua fungsi kanonik yaitu fungsi pertama yang mengakomodasi 82,595% hubungan kanonik dan fungsi ke-2 mengakomodasi 17,405% hubungan kanonik. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh bahwa fungsi pertama lebih berarti dibanding fungsi ke-2.

Hasil analisis bobot kanonik, pada fungsi pertama, variabel dengan kontribusi terbesar adalah epigenetik (*nature*) 99,8% dan variabel kanonik dependen Y1 (*higher order thinking skills*) 96,5%. Pada fungsi kedua variabel dengan kontribusi terbesar adalah epigenetik (*nurture*) 80,1 % dan Y2 (kecerdasan spiritual) 92,9%. Artinya, variabel *nature* dan *nurture* bersama-sama memiliki kontribusi sebagai variabel

independen kanonik (epigenetik). Variabel kemampuan *berpikir tingkat tinggi* dan kecerdasan spiritual sama-sama memberikan kontribusi sebagai variabel dependen kanonik. Hasil tersebut signifikan dengan taraf kesalahan 0,01 ( $\alpha = 1\%$ ).

Hasil analisis muatan kanonik, pada fungsi pertama, variabel dengan korelasi terbesar adalah epigenetik (*nature*) 11,7% dan variabel kanonik dependen Y1 (*higher order thinking skills*) 10,6%. Pada fungsi kedua variabel dengan korelasi terbesar adalah epigenetik (*nurture*) 9,6 % dan Y2 (kecerdasan spiritual) 22,8%. Hasil tersebut signifikan dengan taraf kesalahan 0,01 ( $\alpha = 1\%$ ). Variabel *nature* dan *nurture* memiliki korelasi terhadap variabel kanonik independen (epigenetik).

Hasil analisis muatan silang kanonik, berdasarkan Tabel 4.19, variabel X1 (*nature*) memiliki muatan silang kanonik tertinggi sebesar 75% dan berkorelasi kuat dengan Y1 (kemampuan *higher order thinking*) 92,4% pada fungsi pertama. Pada fungsi kedua, variabel X2 (*nurture*) memiliki muatan silang tertinggi 93,5% dan berkorelasi kuat dengan Y2 (kecerdasan spiritual mahasiswa) 95,9%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa *nature* dan *nurture* (epigenetik) merupakan variabel yang sama-sama memberikan kontribusi dan berkorelasi terhadap variabel dependen kanonik (HOTs dan kecerdasan spiritual mahasiswa). Epigenetik tersebut sebenarnya telah dijelaskan dalam salah satu hadist sahih yaitu

كُلُّ مَوْلُودٍ يُوَدُّ عَلَى الْفِطْرَةِ، فَأَبَوَاهُ يُهَوِّدَانِهِ أَوْ يُمَجِّسَانِهِ أَوْ يُنَصِّرَانِهِ

Artinya: “Setiap anak yang lahir dilahirkan di atas fitrah. Kedua orang tuanyalah yang menjadikannya Yahudi, Majusi, atau Nasrani.”

Hadist tersebut menjelaskan bahwa setiap anak yang terlahir ke dunia, lahir dalam keadaan fitrah, dalam hal ini setiap anak yang lahir memiliki gen atau faktor genetiknya, dan orang tuanyalah yang akan menjadikannya seperti apa kemudian, yaitu dengan memberikan pendidikan, bimbingan, kebiasaan, gaya hidup dan faktor lingkungan lainnya.

Hasil analisis dalam penelitian ini juga sesuai dengan penjelasan Sajidan & Afandi (2018) yang menyatakan bahwa mekanisme epigenetik memiliki peran dalam pembelajaran, pembentukan memori dan penyimpanan. Dias *et al.* (2015) menjelaskan Mekanisme epigenetik mengatur ekspresi gen bukan dengan mengubah urutan gen melainkan dengan penambahan gugus metil DNA dan

modifikasi protein histon. Powledge (2021) menambahkan beberapa penelitian telah menetapkan bahwa metilasi DNA dan modifikasi histon sangat penting dalam pembelajaran dan mengingat/memori.

Proses epigenetik ini terutama bertujuan untuk mengatur pola ekspresi gen, mengendalikan kerja gen, enzim dan hormon yang pada akhirnya secara bersama-sama terekspresikan dalam fenotipe individu. Fenotipe ini individu inilah yang dapat teramati sebagai bentuk *behavioral epigenetic*. Selanjutnya, Lester *et al.* (2011) menjelaskan perilaku epigenetika digambarkan sebagai penerapan prinsip-prinsip epigenetik untuk mempelajari fisiologis, genetik, lingkungan, dan mekanisme perkembangan perilaku pada manusia.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan korelasi kanonik, diketahui tiga hasil interpretasi yaitu bobot kanonik, muatan kanonik dan muatan silang kanonik. Terdapat dua fungsi kanonik yaitu fungsi pertama yang mengakomodasi 82,595% hubungan kanonik dan fungsi ke-2 mengakomodasi 17,405% hubungan kanonik. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh bahwa fungsi pertama lebih berarti dibanding fungsi ke-2. Hasil analisis interpretasi bobot kanonik, muatan kanonik dan muatan silang kanonik menunjukkan bahwa *nature* dan *nurture* merupakan variabel yang sama-sama memberikan kontribusi dan berkorelasi terhadap variabel dependen kanonik (kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kecerdasan spiritual mahasiswa). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa epigenetik berkontribusi terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kecerdasan spiritual mahasiswa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (2016). *Pembelajaran, Pengajaran dan Asesmen* (Terjemahan Agung Prihantoro). Addison Wesley Longman: New York.
- Bloom, B. (1979). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I Cognitive Domain*. Longmans Group Ltd.: London.
- Brookhart, S.M. (2010). *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*. ASCD: Alexandria.
- Budiyono. (2004). *Statistik untuk Penelitian*. UNS Press: Surakarta.
- Day, J.J. & Sweatt, J.D. (2010). DNA Methylation and Memory Formation. *Nat. Neurosci.* 13 1319–1323.

- Dias, B.G., Maddox, S.A., Klengel, T. & Ressler, K.J. (2015). Epigenetic mechanisms underlying learning and the inheritance of learned behaviors. *Published in final edited form as: Trends Neurosci. 2015 February; 38(2): 96–107.*
- Ewen, B.M. (2015). Epigenetics and learning. *Trends in Neuroscience and Education*, 4 (1): 108–111.
- Forster, M. (2004). *Higher Order Thinking Skills. Research Developments, Vol. 11, Art. 1.* Diakses dari <http://research.acer.edu.au/resdev/vol11/iss11/1>
- Hamidah, L. (2019). *Higher Order Thinking Skills Seni Melatih Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi*. Desa Pustaka Indonesia: Temanggung.
- Irianingsih, I., Gusriani, N., Kulsum, S., Parmikanti, K. (2016). Analisis Korelasi Kanonik Perilaku Belajar Terhadap Prestasi Belajar Siswa SMP. *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika ISBN: 978-602-6122-20-9 hal 693-703*
- Kang, W.S. (2013). *Epigenetics, Environment, and Genes*. Apple Academic Press: New Jersey.
- Lester, B.M., Tronick, E., Nestler, E., Abel, T., Kosofsky, B., Kuzawa, C.w., Marsit, C.J., Maze, I., Meaney, M.J. Monteggia, L.M., Reul, J.M.H.M., Skuse, D.H., Sweatt, J.D., & Wood, M.A. (2015). Epigenetics Behavioral. *Published in final edited form as: Annual New York Academic Sciences, 1226: 14-33.*
- Lipsky, R.H. (2013). Epigenetic Mechanisms Regulating Learning and Long-term Memory. *Int. J. Dev. Neurosci. 31 353–358.* Petronis, A., & Mill, J. (2011). *Brain, Behaviour, and Epigenetics*. Springer Science Bussiness Media: New York.
- Powledge, T.M. (2021). *Behavioral Epigenetics: How Nurture Shapes Nature*. Feature downloaded from <https://academic.oup.com/bioscience/article/61/8/588/336969>.
- Saefullah. S. (2012). *Psikologi Perkembangan dan Pendidikan*. Pustaka Setia: Bandung.
- Sajidan, S., & Afandi, A. (2018). *Pemberdayaan Keterampilan Beripikir Tingkat Tinggi Ditinjau dari Aspek Epigenetik dan Implikasinya dalam Pendidikan*. Prosiding Seminar Nasional IPA IX UNESS.
- Sugiyono, S. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta: Bandung.
- Utami, N.H., Riefani, M.K., Muchyar, M., Mirhanudin, M (2017). The Measurement of Science Process Skills for First Year Students at Biology Education Departement. The 5th South East Asia Development Research (SEA-DR). *Atlantis Press Conference Proceeding 100: 382-384.*
- Vinci, M.C. (2012). Sensing the Environment: Epigenetic Regulation of Gene Expression. *JPhysic Chem Biophysic, S3:001.*
- Zohar, D., & Marshall, I. (2001). *SQ Memanfaatkan Kecerdasan Memaknai Kehidupan* (terjemahan Rahmi Astuti, Ahmad Nadjib Burhani). Kronik Indonesia Baru: Bandung.