

Pengaruh *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dari Perspektif Kreativitas Siswa

Adi Apriadi Adiansha

STKIP Taman Siswa Bima
 adiapriadiadiansyah@gmail.com
 Corresponding Author

Artikel Info	Abstrak
<p>Tanggal Publikasi 2019-09-23</p> <p>Kata Kunci Kreativitas Siswa Komunikasi Matematis <i>Brain Based Learning</i> <i>Problem Based Learning</i></p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh <i>Brain Based Learning</i> dan <i>Problem Based Learning</i> terhadap kemampuan komunikasi matematis dari perspektif kreativitas siswa. Penelitian ini dilakukan di Sekolah Dasar Negeri Daerah Kabupaten Bima Provinsi Nusa Tenggara Barat menggunakan penelitian eksperimen dengan desain penelitian by level 2 x 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan <i>Brain Based Learning</i> lebih tinggi daripada siswa yang diberi perlakuan <i>Problem Based Learning</i>, (2) Terdapat interaksi <i>Brain Based Learning</i> dan <i>Problem Based Learning</i> dengan kreativitas Siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis, (3) Kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan <i>Brain Based Learning</i> lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan <i>Problem Based Learning</i> dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas tinggi, dan (4) Kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan <i>Brain Based Learning</i> lebih rendah dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan <i>Problem Based Learning</i> dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas rendah.</p>

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil Program for International Student Assessment (PISA) tahun 2015 dari 70 negara Peserta yang terlibat bahwa Indonesia berada pada peringkat ke 62. Pembuktian tersebut dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil PISA (*Program for International Student Assesment*) Snapshot of performance in science, reading and mathematics Tahun 2015

No	OECD Average	Science		Reading		Mathematics		Science, Reading, and Mathematics	
		Mean Score in PISA 2105	Average three-year trend	Mean Score in PISA 2015	Average three-year trend	Mean Score in PISA 2015	Average three-year trend	Share of Top Permormance In at Least One Subject (Level 5 or 6)	Share Of Low Achievers in All Three Subject
		Mean	Score dif	Mean	Score dif	Mean	Score dif	%	%
1	Singapore	556	7	535	5	564	1	39.1	4.8
2	Japan	538	3	516	-2	532	1	25.8	5.6
3	Estonia	534	2	519	9	520	2	20.4	4.7
4	Chinese Taipei	532	0	497	1	542	0	29.9	8.3

5	Finland	531	-11	526	-5	511	-10	21.4	6.3
..									
62	Indonesia	403	3	397	-2	386	4	0.8	42.3
..									
70	Dominican Republic	332	M	358	m	328	m	0.1	70.7

Sumber: (Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2015b, 2015a, 2016, 2017c, 2017b, 2017a)

Berdasarkan Tabel 1. PISA 2015 tersebut, hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan dalam belajar Matematika di Indonesia masih sangat rendah (Adiansha & Sumantri, 2017; Heymann, 2003; Rachmadtullah, Ms, & Sumantri, 2018; Saleh, Charitas, Prahmana, & Isa, 2018; Sumantri, 2016). Hasil laporan dari Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) Tahun 2015 menunjukkan bahwa Indonesiapun berada diperingkat ke-44 dari 56 negara dengan skor rata-rata yaitu sebesar ke 397 dibawah skor rata-rata 500 (Hole, Grønmo, & Onstad, 2018; McComas, 2014; NCES, 2017). Ini menunjukkan bahwa kemampuan belajar matematika di Indonesia belum menunjukkan hasil yang memuaskan.

Mengatasi permasalahan tersebut perlu ditingkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa dalam hal mengartikulasikan, menjelaskan, mengatur dan mengkonsolidasikan pemikiran matematika (Charlesworth, 2005; Ellerton, 2018; McLeod, Stake, Schappelle, Mellissinos, & Gierl, 1996; Merenda, 2000; Oluwole Pratt, 2002; Sriraman & Pizzulli, 2005). Kenapa siswa penting dalam hal mengartikulasi ide-ide dalam matematika karena mampu merangkai kata-kata dari ide yang dimilikinya dalam pembelajaran matematika; Kenapa siswa penting dalam hal menjelaskan karena siswa dapat menjelaskan ide-ide matematika untuk dijelaskan ke teman-temannya yang lain; kenapa siswa penting dalam hal mengatur yaitu supaya siswa dapat mengoordinasikan ide-ide mereka sehingga mudah diterima oleh siswa yang lain. Siswa mampu mengembangkan kemampuan komunikasi matematika maka siswa akan mampu berbicara secara verbal, memahami simbol, tabel, grafik, atau media lain untuk dijelaskan ke siswa yang lain.

Kemampuan komunikasi matematika sangat penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan (Englar, 2018; Hayal Yavuz Mumcu., Aktürk, 2017; Muhammad 'Azmi Nuha., S. B. Waluya., 2018; Syahputra, 2018), maka dalam pembelajaran harus ditingkatkan. Pembelajaran yang tepat untuk digunakan adalah *Brain-Based Learning* adalah pendekatan pembelajaran yang lebih paralel dengan cara otak belajar terbaik secara alami berdasarkan disiplin ilmu neurologi, biologi, psikologi, pemahaman tentang hubungan antara belajar dan otak sekarang mengarah pada peran emosi, pola, makna, lingkungan, ritme dan sikap tubuh, stres, trauma, penilaian, musik, gerakan, jenis kelamin, dan pengayaan (A. Al-Balushi & Al-Balushi, 2018; Adiansha & Sumantri, 2017; Atta & Safein, 2017; Chaijaroen & Samat, 2018; Duman, 2010; Inocian, 2015; Koşar, 2018; Samat, Saengjan, Chaijaroen, Kanjug, & Vongtathum, 2018; Shabatat & Al-Tarawneh, 2016; Suparta, 2018; Waree, 2017; Yasar, 2017). Pembelajaran yang lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Problem Based Learning, *Problem Based Learning* merupakan proses pembelajaran yang titik awal pembelajaran berdasarkan masalah dalam kehidupan nyata dan kemudian dari masalah ini siswa dirangsang untuk mempelajari masalah ini berdasarkan pengetahuan dan pengalaman baru (Balim, Inel-Ekici, & Ozcan, 2016; Bregger, 2017; Lawlor, McLoone, & Meehan, 2014). *Problem Based Learning* mendasarkan pada masalah, maka pemilihan masalah menjadi hal yang sangat penting. Masalah untuk *Problem Based Learning* seharusnya dipilih sedemikian hingga menantang minat siswa untuk menyelesaikannya, menghubungkan dengan pengalaman dan belajar sebelumnya, dan membutuhkan kerjasama dan berbagai strategi untuk menyelesaikannya. Pada penggunaan kedua pembelajaran di atas, akan memberikan pengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematika sehingga dilakukan penelitian eksperimen.

Kemampuan komunikasi matematis sangat dipengaruhi oleh kreativitas siswa, kreativitas siswa adalah kemampuan yang harus dimiliki oleh siswa dalam proses pembelajaran dengan tujuan dapat menghasilkan ide dan ide baru (Carayannis, 2013; Ervynck, 1991; Glas, 2002; Goldin, 2017; Haylock, 1987; Hoshino, 2018; Kattou, Kontoyianni, Pitta-Pantazi, & Christou, 2013; Krummheuer, Leuzinger-Bohleber, Müller-Kirchhof, Münz, & Vogel, 2013; Leikin & Lev, 2013; Lev & Leikin, 2017; Luria, Sriraman, & Kaufman, 2017; Mazzola et al., 2017; Muir, 1988; Pitta-Pantazi, Kattou, & Christou, 2018; Samsudin, Samsuddin, & Yusof, 2018; Schindler, Joklitschke, & Rott, 2018; Shriki, 2010; Sorge, 2014; Sriraman, 2008; Sriraman, Haavold, & Lee, 2013, 2014; Sriraman, Yaftian, & Lee, 2011; Van Harpen & Sriraman, 2013; Wessels, 2017). Sehingga dalam proses pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran matematika dapat meningkat.

Berdasarkan penjelasan di atas, judul dalam penelitian ini adalah Pengaruh *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dari Perspektif Kreativitas Siswa.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah 1) Apakah ada perbedaan kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dengan diberi perlakuan *Problem Based Learning*? 2) Apakah ada interaksi *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan kreativitas siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis? 3) Apakah ada perbedaan kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas tinggi? 4) Apakah ada perbedaan kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas rendah?

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah 1) Untuk mengetahui perbedaan kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dengan diberi perlakuan *Problem Based Learning*? 2) Untuk mengetahui interaksi *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan kreativitas siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis? 3) Untuk mengetahui perbedaan kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas tinggi? 4) Untuk mengetahui perbedaan kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas rendah?

2. METODE PENELITIAN

Desain dalam penelitian dalam mengukur hasil kemampuan komunikasi matematis adalah penelitian eksperimen by level 2x2. Dengan desain penelitian, seperti pada tabel 2 sebagai berikut:

Table 2. Desain Penelitian Eksperimen by Level 2 x 2.

Kreativitas (B)	Eksperimen (A)	
	<i>Brain Based Learning</i> (A1)	<i>Problem Based Learning</i> (A2)
Kreativitas Tinggi (B ₁)	A ₁ B ₁	A ₂ B ₁
Kreativitas Rendah (B ₂)	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂

Populasi dalam penelitian ini adalah Siswa Sekolah Dasar Negeri di Daerah Kabupaten Bima Provinsi Nusa Tenggara Barat. Namun, dijadikan sebagai sampel di dalam penelitian ini adalah SDN Rada Kecamatan Bolo Kabupaten Bima sebagai kelas Eksperimen dan SDN Nggembe Kecamatan Bolo Kabupaten Bima sebagai kelas Kontrol. Subjek dalam penelitian ini masing-masing 64 Siswa dengan usia rata-rata ± 9 tahun. Prosedur dalam penelitian ini seperti pada Tabel 2, dengan desain penelitian eksperimen by level 2 x 2. Dimana di kelas eksperimen diberi perlakuan *Brain-Based*

Learning sedangkan di kelas kontrol diberi perlakuan *problem based kearning*. Dari kedua kelas *experiment* dan kontrol tersebut siswanya sama-sama memiliki kreativitas tinggi dan kreativitas rendah.

Selanjutnya, setelah siswa diberi tes kreativitas maka terdapat siswa yang memiliki kreativitas tinggi masing-masing sebanyak 32 siswa dan siswa yang memiliki kreativitas rendah masing-masing sebanyak 32 siswa. Maka, dari masing-masing kelas eksperimen dan kelas kontrol baik pada siswa yang memiliki kreativitas tinggi maupun siswa yang memiliki kreativitas rendah terdapat 32 siswa. Teknik dalam pengambilan sampel juga telah dilakukan dengan cara memilih Sekolah Dasar Negeri secara acak yang berada di wilayah Kabupaten Bima, dari Sekolah Dasar Negeri tersebut rata-rata memiliki 2 kelas. Sehingga telah dilakukan untuk dijadikan sebagai kelas eksperimen adalah Sekolah Dasar Negeri Rada dan sebagai kelas kontrol adalah Sekolah Dasar negeri Nggembe. Sedangkan pada teknik dalam pengumpulan data dalam hal tes kreativitas siswa maupun tes kemampuan komunikasi matematika yaitu dengan melakukan tes essay sebanyak 30 soal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Hasil deskripsi data setelah diberi perlakuan dengan *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap kemampuan komunikasi matematis dari perspektif Kreativitas siswa adalah sebagai berikut.

Table 3. Hasil Deskripsi Kemampuan Komunikasi Matematis

Kreativitas	<i>Brain Based Learning</i>					<i>Problem Based Learning</i>				
	N	Max	Min	Average	SD	N	Max	Min	Average	SD
Tinggi	32	80	60	71.5	6.69	32	70	45	54.5	8.32
Rendah	32	70	50	60.5	5.99	32	70	40	60	9.43
Σ	64	80	50	66	8.37	64	70	40	57.25	9.1

Uji Persyaratan Analisis

Hasil Tes Normalitas dan Homogenitas pada siswa yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning*

Berdasarkan hasil analisis uji normalitas pada siswa yang telah diberi perlakuan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan menggunakan SPSS Versi 24, itu menunjukkan nilai signifikansi kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning*. Berdasarkan hasil belajar menunjukkan Kolmogorov-Smimov⁴ sebesar $0,200 > 0,05$, maka Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikannya adalah $0,530 > 0,05$. Kemudian hasil belajar yang diberi perlakuan menunjukkan Kolmogorov-Smimov⁴ sebesar $0,200 > 0,05$, kemudian Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikannya adalah $0,236 > 0,05$. Ini berarti bahwa data nilai kemampuan komunikasi matematis dari 64 sampel siswa yang diberi perlakuan dengan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* terdistribusi secara normal.

Kemudian, berdasarkan hasil analisis uji homogenitas pada siswa yang telah diberi perlakuan dengan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan menggunakan SPSS Versi 24, itu menunjukkan bahwa $0,475 > 0,05$, yang berarti bahwa data nilai kemampuan komunikasi matematis memiliki varians yang homogen.

Uji Normalitas dan Homogenitas *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap Siswa yang Memiliki Kreativitas Tinggi

Berdasarkan hasil analisis uji normalitas pada siswa yang diberi perlakuan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap siswa yang memiliki kreativitas tinggi menggunakan SPSS Versi 24, itu menunjukkan nilai signifikan terhadap kemampuan komunikasi matematis dengan Kolmogorov-Smimov⁴ adalah $0,200 > 0,05$, Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikannya adalah $0,466 > 0,05$. Kemudian diberi perlakuan *Problem Based Learning* dengan kreativitas tinggi menunjukkan Kolmogorov-Smimov⁴ sebesar $0,200 > 0,05$, Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikannya adalah $0,325 > 0,05$. Ini berarti bahwa data nilai kemampuan komunikasi matematika dari 64 sampel siswa yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* yaitu distribusi normal.

Kemudian, berdasarkan hasil analisis uji homogenitas pada kelompok siswa yang menggunakan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* pada siswa yang memiliki kreativitas tinggi menggunakan SPSS Versi 24, itu menunjukkan bahwa Signifikan $0,591 > 0,05$ yang berarti nilai data kemampuan komunikasi matematis memiliki Uji Homogenitas Variansi yang homogen.

Uji Normalitas dan Homogenitas *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap Siswa yang Memiliki Kreativitas Rendah

Berdasarkan hasil analisis uji normalitas pada yang diberi perlakuan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap siswa yang memiliki kreativitas rendah dengan menggunakan SPSS Versi 24, maka menunjukkan nilai signifikan pada kemampuan komunikasi matematis, menunjukkan Kolmogorov-Smimov⁴ adalah $0,200 > 0,05$, Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikannya adalah $0,691 > 0,05$. Kemudian yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* pada siswa yang memiliki kreativitas rendah menunjukkan Kolmogorov-Smimov⁴ sebesar $0,200 > 0,05$, Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikannya adalah $0,190 > 0,05$. Ini berarti bahwa data nilai komunikasi matematis dari 64 sampel siswa yang diberi perlakuan dengan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap siswa yang memiliki kreativitas rendah terdistribusi secara normal.

Kemudian, berdasarkan hasil analisis uji homogenitas pada siswa yang diberi perlakuan *Brain-Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap siswa yang memiliki kreativitas rendah dengan menggunakan SPSS Versi 24, itu menunjukkan bahwa signifikan $0,282 > 0,05$, yang berarti bahwa nilai data kemampuan komunikasi matematis memiliki Uji Homogenitas Variansi yang homogen.

Hipotesis

Hasil Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan memiliki Kreativitas Tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis dengan ANOVA dua jalur menunjukkan bahwa siswa yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* mendapatkan nilai F_{count} sebesar 12,84. Dengan tingkat signifikansi 0,05 dengan $df_1 = 2$ dan $df_2 = 18$, jika dilihat dari F_{tabel} , nilai $F_{\text{tabel}} = 3,55$.

Dengan demikian, bahwa nilai $F_{\text{hitung}} = 12,84 > \text{nilai } F_{\text{tabel}} = 3,55$, ini berarti ada penolakan terhadap H_0 , yang berarti ada perbedaan nilai kemampuan komunikasi matematis antara kedua kelompok siswa yang diberi perlakuan pembelajaran berbeda. Selain itu, penerimaan H_1 berarti bahwa kemampuan komunikasi matematis kelompok siswa yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* lebih tinggi daripada siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning*.

Interaksi *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan kreativitas Siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis

Berdasarkan hasil analisis menggunakan SPSS Versi 24, terdapat interaksi antara pembelajaran, yaitu *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan kreativitas Siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis. Hal ini menunjukkan bahwa melalui pembelajaran kolom interaksi dengan kreativitas diperoleh nilai signifikan $0,002 < 0,05$ dengan tingkat signifikansi 0,05. Ini berarti bahwa ada interaksi yang signifikan antara pembelajaran yang digunakan dengan kreativitas dalam kemampuan komunikasi matematis.

Perbedaan Kemampuan Komunikasi Matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap Siswa yang Memiliki Kreativitas Tinggi.

Berdasarkan hasil analisis dengan uji-t menggunakan SPSS Versi 24 bahwa siswa yang diberi perlakuan dengan *Brain-Based Learning* dengan kreativitas tinggi dan *Problem Based Learning* dengan kreativitas tinggi diperoleh jumlah 5,04. Dengan tingkat signifikansi 0,05 dan tingkat magnitudo 18, jika dilihat pada t_{tabel} diperoleh 2,10. Dengan demikian, bahwa nilai $t_{hitung} = 5,04 > \text{nilai } t_{tabel} = 2,10$, ini berarti ada penolakan terhadap H_0 yang berarti bahwa terdapat perbedaan nilai kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang diberi perlakuan belajar berbeda padahal keduanya memiliki kreativitas yang sama tinggi. Selain itu, penerimaan H_1 berarti bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa yang diberi perlakuan *Brain-Based Learning* lebih tinggi daripada siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* yang keduanya memiliki kreativitas tinggi.

Perbedaan Kemampuan Komunikasi Matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* terhadap Siswa yang Memiliki Kreativitas Rendah.

Berdasarkan hasil analisis dengan uji-t menggunakan SPSS Versi 24 bahwa siswa yang diberi perlakuan dengan *Brain-Based Learning* dengan kreativitas rendah dan *Problem Based Learning* dengan kreativitas rendah diperoleh jumlah 1,42. Dengan tingkat signifikansi 0,05 dan tingkat magnitudo 18, jika dilihat pada t_{tabel} diperoleh 2,10. Dengan demikian, bahwa nilai $t_{hitung} = 1,42 > \text{nilai } t_{tabel} = 2,10$, ini berarti ada penolakan terhadap H_0 yang berarti bahwa terdapat perbedaan nilai kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang diberi perlakuan belajar berbeda padahal keduanya memiliki kreativitas yang sama rendah. Selain itu, penerimaan H_1 berarti bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa yang diberi perlakuan *Brain-Based Learning* lebih rendah daripada siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* yang keduanya memiliki kreativitas rendah.

4. SIMPULAN

Berdasarkan temuan yang dibuat oleh para peneliti, disimpulkan bahwa (1) Kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* lebih tinggi daripada siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning*, (2) Terdapat interaksi *Brain Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan kreativitas Siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis, (3) Kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas tinggi, dan (4) Kemampuan komunikasi matematis yang diberi perlakuan *Brain Based Learning* lebih rendah dibandingkan dengan siswa yang diberi perlakuan *Problem Based Learning* dari perspektif siswa yang memiliki kreativitas rendah.

Daftar Pustaka

- A. Al-Balushi, K., & Al-Balushi, S. (2018). Effectiveness of Brain-Based Learning for Grade Eight Students' Direct and Postponed Retention in Science. *International Journal of Instruction*, 11, 525-538. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11336a>

- Adiansha, A. A., & Sumantri, M. S. (2017). *The Effect of Brain Based Learning Model and Creative Thinking on the Ability of Mathematics Concept of Elementary Students*. 5(12), 1195–1199. <https://doi.org/10.12691/education-5-12-4>
- Atta, A., & Safein, M. (2017). Engaging ESP Students with Brain-Based Learning for Improved Listening Skills , Vocabulary Retention and Motivation. *English Language Teaching*, 10(12). <https://doi.org/10.5539/elt.v10n12p182>
- Balim, A. G., Inel-Ekici, D., & Ozcan, E. (2016). Concept Cartoons Supported Problem Based Learning Method in Middle School Science Classrooms. *Journal of Education and Learning*, 5(2), 272. <https://doi.org/10.5539/jel.v5n2p272>
- Bregger, Y. A. (2017). Integrating Blended and Problem-Based Learning into an Architectural Housing Design Studio: A Case Study. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 5(1), 126–137. Retrieved from <http://search.ebscohost.com.proxy-ub.rug.nl/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1155817&site=ehost-live&scope=site>
- Carayannis, E. G. (Ed.). (2013). Mathematical Creativity. In *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship* (p. 1228). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3858-8_100618
- Chaijaroen, S., & Samat, C. (2018). Design and Development of Learning Innovation Enhancing Learning Potential Using Brain-Based Learning. In T.-T. Wu, Y.-M. Huang, R. Shadiev, L. Lin, & A. I. Starčić (Eds.), *Innovative Technologies and Learning* (pp. 189–195). Cham: Springer International Publishing.
- Charlesworth, R. (2005). Prekindergarten Mathematics: Connecting with National Standards. *Early Childhood Education Journal*, 32(4), 229–236. <https://doi.org/10.1007/s10643-004-1423-7>
- Duman, B. (2010). The Effects of Brain-Based Learning on the Academic Achievement of Students with Different Learning Styles. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 10(4), 2077–2103.
- Ellerton, N. F. (2018). Book Review: NCTM’s Compendium: finding a balance between historical details, contemporary practices, and future resources. Jinfa Cai (Ed.) (2017) Compendium for research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 99(1), 109–123. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9827-2>
- Englar, R. (2018). Tracking Veterinary Students’ Acquisition of Communication Skills and Clinical Communication Confidence by Comparing Student Performance in the First and Twenty-Seventh Standardized Client Encounters. *Journal of Veterinary Medical Education*, 1–23. <https://doi.org/10.3138/jvme.0917-117r1>
- Ervynck, G. (1991). Mathematical Creativity. In D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 42–53). https://doi.org/10.1007/0-306-47203-1_3
- Glas, E. (2002). Klein’s Model of Mathematical Creativity. *Science & Education*, 11(1), 95–104. <https://doi.org/10.1023/A:1013075819948>
- Goldin, G. A. (2017). Mathematical creativity and giftedness: perspectives in response. *ZDM*, 49(1), 147–157. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0837-9>
- GÖZÜYEŞİL, E., & DİKİCİ, A. (2014). The Effect of Brain Based Learning on Academic Achievement: A Meta-analytical Study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(2), 642–648. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.2.2103>
- Hayal Yavuz Mumcu., Aktürk, T. (2017). An Analysis Of The Reasoning Skills Of Pre-Service Teachers In The Context Of Mathematical Thinking. *European Journal of Education Studies*, 3(5), 225–254. <https://doi.org/10.5281/zenodo.495700>

- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, 18(1), 59–74. <https://doi.org/10.1007/BF00367914>
- Heymann, H. W. (2003). Mathematics Instruction from the Perspective of General Education. In *Why Teach Mathematics? A Focus on General Education* (pp. 83–223). https://doi.org/10.1007/978-94-017-3682-4_3
- Hole, A., Grønmo, L. S., & Onstad, T. (2018). The dependence on mathematical theory in TIMSS, PISA and TIMSS Advanced test items and its relation to student achievement. *Large-Scale Assessments in Education*, 6(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40536-018-0055-0>
- Hoshino, R. (2018). Supporting Mathematical Creativity Through Problem Solving. In A. Kajander, J. Holm, & E. J. Chernoff (Eds.), *Teaching and Learning Secondary School Mathematics: Canadian Perspectives in an International Context* (pp. 367–375). https://doi.org/10.1007/978-3-319-92390-1_34
- Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2013). Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *ZDM*, 45(2), 167–181. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0467-1>
- Koşar, G. (2018). European Journal of Education Studies Improving Knowledge Retention Via Establishing Brain-Based Learning Environment. *European Journal of Education Studies*, 4(9), 208–218. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1298918>
- Krummheuer, G., Leuzinger-Bohleber, M., Müller-Kirchof, M., Münz, M., & Vogel, R. (2013). Explaining the mathematical creativity of a young boy: an interdisciplinary venture between mathematics education and psychoanalysis. *Educational Studies in Mathematics*, 84(2), 183–199. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9505-3>
- Lawlor, B., McLoone, S., & Meehan, A. (2014). The Implementation and Evaluation of a Problem Based Learning Pilot Module in a First Year Electronic Engineering Programme. *5th International Symposium for Engineering Education*, 4(1), 71–80. <https://doi.org/10.5278/ojs.jpblhe.v0i0.1243>
- Leikin, R., & Lev, M. (2013). Mathematical creativity in generally gifted and mathematically excelling adolescents: what makes the difference? *ZDM*, 45(2), 183–197. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0460-8>
- Lev, M., & Leikin, R. (2017). The Interplay Between Excellence in School Mathematics and General Giftedness: Focusing on Mathematical Creativity. In R. Leikin & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and Giftedness: Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (pp. 225–238). https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_14
- Luria, S. R., Sriraman, B., & Kaufman, J. C. (2017). Enhancing equity in the classroom by teaching for mathematical creativity. *ZDM*, 49(7), 1033–1039. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0892-2>
- Mazzola, G., Guitart, R., Ho, J., Lubet, A., Mannone, M., Rahaim, M., & Thalmann, F. (2017). Mathematical Models of Creativity. In *The Topos of Music III: Gestures: Musical Multiverse Ontologies* (pp. 1001–1082). https://doi.org/10.1007/978-3-319-64481-3_12
- McComas, W. F. (2014). Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). In W. F. McComas (Ed.), *The Language of Science Education: An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning* (p. 108). https://doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0_97

- McLeod, D. B., Stake, R. E., Schappelle, B. P., Mellissinos, M., & Gierl, M. J. (1996). Setting the Standards. In S. A. Raizen & E. D. Britton (Eds.), *Bold Ventures: Case Studies of U.S. Innovations in Mathematics Education* (pp. 13–132). https://doi.org/10.1007/978-94-011-7111-3_2
- Merenda, R. C. (2000). Numeracy encounters in a book bag: Meeting the NCTM standards. *Early Childhood Education Journal*, 27(3), 151–157. <https://doi.org/10.1007/BF02694228>
- Muhammad 'Azmi Nuha., S. B. Waluya., I. J. (2018). Mathematical Creative Process Wallas Model in Students Problem Posing with Lesson Study Approach. *International Journal of Instruction*, 11(2), 527–538. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/iji.2018.11236a>
- Muir, A. (1988). The psychology of mathematical creativity. *The Mathematical Intelligencer*, 10(1), 33–37. <https://doi.org/10.1007/BF03023849>
- NCES, N. C. for E. S. (2017). *Highlights From TIMSS and TIMSS Advanced 2015*. 1–58.
- Oluwole Pratt, E. (2002). Aligning Mathematics Teacher Work Sample Content with Selected NCTM Standards: Implications for Preservice Teacher Education. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 16(3), 175–190. <https://doi.org/10.1023/A:1020857122306>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2015a). *Pisa 2015 Result Fokus. 2015–2016*.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2015b). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA*. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2016). *Result From PISA 2015 Programme For International Student Assesment (PISA)*. 1–8.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2017a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition, PISA*. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2017b). *PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being, PISA*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264273856-en>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2017c). *PISA 2015 Results (Volume IV): Students' Financial Literacy, PISA*. In *OECD Publishing*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264270282-en>
- Pitta-Pantazi, D., Kattou, M., & Christou, C. (2018). Mathematical Creativity: Product, Person, Process and Press. In F. M. Singer (Ed.), *Mathematical Creativity and Mathematical Giftedness: Enhancing Creative Capacities in Mathematically Promising Students* (pp. 27–53). https://doi.org/10.1007/978-3-319-73156-8_2
- Rachmadtullah, R., Ms, Z., & Sumantri, M. S. (2018). Development of computer - based interactive multimedia : study on learning in elementary education. *International Journal of Engineering & Technolog*, 7(4), 2035–2038. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.16384>
- Saleh, M., Charitas, R., Prahmana, I., & Isa, M. (2018). Improving the Reasoning Ability of Elementary School Student Through the Indonesian Realistic. *Journal on Mathematics Education*, 9(1), 41–54.
- Samat, C., Saengjan, P., Chaijaroen, S., Kanjug, I., & Vongtathum, P. (2018). Designing of the Learning Innovation Enhance Learning Potential of the Learners Using Brain-Based Learning. In T.-T. Wu, Y.-M. Huang, R. Shadiev, L. Lin, & A. I. Starčič (Eds.), *Innovative Technologies and*

- Learning* (pp. 196–204). Cham: Springer International Publishing.
- Samsudin, N. S., Samsuddin, I., & Yusof, A. F. (2018). Creativity in Mathematical Thinking Through Constructivist Learning Approach for Architecture Students. In R. Saian & M. A. Abbas (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on the Future of ASEAN (ICoFA) 2017 - Volume 2* (pp. 133–142). Singapore: Springer Singapore.
- Schindler, M., Joklitschke, J., & Rott, B. (2018). Mathematical Creativity and Its Subdomain-Specificity. Investigating the Appropriateness of Solutions in Multiple Solution Tasks. In F. M. Singer (Ed.), *Mathematical Creativity and Mathematical Giftedness: Enhancing Creative Capacities in Mathematically Promising Students* (pp. 115–142). https://doi.org/10.1007/978-3-319-73156-8_5
- Shabatat, K., & Al-Tarawneh, M. (2016). The Impact of a Teaching-Learning Program Based on a Brain-Based Learning on the Achievement of the Female Students of 9th Grade in Chemistry. *Higher Education Studies*, 6(2), 162. <https://doi.org/10.5539/hes.v6n2p162>
- Shriki, A. (2010). Working like real mathematicians: developing prospective teachers' awareness of mathematical creativity through generating new concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 73(2), 159–179. <https://doi.org/10.1007/s10649-009-9212-2>
- Sorge, V. (2014). Combining Systems for Mathematical Creativity (Invited Talk). In G. A. Aranda-Corral, J. Calmet, & F. J. Martín-Mateos (Eds.), *Artificial Intelligence and Symbolic Computation* (pp. 7–8). Cham: Springer International Publishing.
- Sriraman, B. (2008). The characteristics of mathematical creativity. *ZDM*, 41(1), 13. <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0114-z>
- Sriraman, B., Haavold, P., & Lee, K. (2013). Mathematical creativity and giftedness: a commentary on and review of theory, new operational views, and ways forward. *ZDM*, 45(2), 215–225. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0494-6>
- Sriraman, B., Haavold, P., & Lee, K. (2014). Creativity in Mathematics Education. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 109–115. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_33
- Sriraman, B., & Pizzulli, M. (2005). Balancing mathematics education research and the NCTM standards. *ZDM*, 37(5), 431–436. <https://doi.org/10.1007/s11858-005-0033-1>
- Sriraman, B., Yafitian, N., & Lee, K. H. (2011). Mathematical Creativity and Mathematics Education. In B. Sriraman & K. H. Lee (Eds.), *The Elements of Creativity and Giftedness in Mathematics* (pp. 119–130). https://doi.org/10.1007/978-94-6091-439-3_8
- Sumantri, M. S. (2016). The Effect of Formative Testing and Self-Directed Learning on Mathematics Learning Outcomes. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 8(3), 507–524. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1096528.pdf>
- Suparta, I. N. (2018). The Effect Of Brain Based Learning On Second Grade Junior Students' Mathematics Conceptual Understanding On Polyhedron. *Journal on Mathematics Education*, 9(1), 145–156. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1173645.pdf>
- Syahputra, E. (2018). Differences in Metacognition and Mathematical Communication Ability Between Students Taught Using Problem Based Learning Model and Numbered Head Together Cooperative Learning Model at SMP Kartika I-2 Medan. *Journal of Education and Practice*, 9, 30–37.
- Van Harpen, X. Y., & Sriraman, B. (2013). Creativity and mathematical problem posing: an analysis of high school students' mathematical problem posing in China and the USA. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 201–221. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9419-5>

- Waree, C. (2017). An Increasing of Primary School Teachers' Competency in Brain-Based Learning. *International Education Studies*, 10(3), 176. <https://doi.org/10.5539/ies.v10n3p176>
- Wessels, H. M. (2017). Exploring Aspects of Creativity in Mathematical Modelling. In G. A. Stillman, W. Blum, & G. Kaiser (Eds.), *Mathematical Modelling and Applications: Crossing and Researching Boundaries in Mathematics Education* (pp. 491-501). https://doi.org/10.1007/978-3-319-62968-1_41
- Yasar, D. M. (2017). Brain Based Learning in Science Education in Turkey: Descriptive Content and Meta Analysis of Dissertations. *Journal of Education and Practice*, 8(9), 161-168. Retrieved from <http://libproxy.library.wmich.edu/login?url=https://search.proquest.com/docview/1913354524?accountid=15099>