
***PROBLEM BASED LEARNING (PBL) MENGGUNAKAN
PENDEKATAN SAINTIFIK TERHADAP KEMAMPUAN
PEMECAHAN MASALAH KIMIA SISWA***

Ricardus Jundu¹, A.K. Prodjosantoso², Apolonia H. Ramda³, Silfanus Jelatu⁴

¹STKIP Santu Paulus Ruteng, rickyjundu@gmail.com

²Universitas Negeri Yogyakarta, prodjosantoso@uny.ac.id

³ STKIP Santu Paulus Ruteng, apoloniahendrice@gmail.com

⁴ STKIP Santu Paulus Ruteng, silfanusjelatu@yahoo.co.id

Abstract

This study aims to investigate the learning effectiveness of PBL model using scientific approach in Indonesian current curriculum in the context of students' problem-solving ability in chemistry, specifically in the problem of acid-base solution. This research is designed in quasi experiment using nonequivalent control group design. There were 43 students divided in 2 classes used as the sample in this research. The experiment class 1 was taught by using PBL learning model of scientific approach while the conventional learning that is usually used by chemistry teachers, is applied in the experiment class 2. The finding of the research shows that PBL learning model using scientific approach in learning acid-base solution is highly effective to promote students' problem solving.

Kata Kunci:

Pendekatan Saintifik;

Model PBL;

Pemecahan Masalah Kimia

PENDAHULUAN

Kurikulum di Indonesia dikenal dengan nama kurikulum 2013. Di Indonesia kurikulum dibuat untuk tujuan mencerdaskan dan menghasilkan manusia yang berkarakter. Kurikulum 2013 lebih menekankan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Guru dituntut untuk lebih kreatif dalam mengembangkan dan melaksanakan pembelajaran.

Pada konsep yang bersifat abstrak seperti pelajaran kimia sebaiknya penggunaan model dan pendekatan pembelajaran yang tepat menjadi acuan penting sehingga tujuan pembelajaran kimia dapat tercapai. Salah satu model dan pendekatan pembelajaran yang sesuai yaitu model problem

based learning (PBL) dengan pendekatan saintifik. Penggunaan model PBL dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran di kelas (Tatar & Oktay, 2011). Sesuai Kurikulum di Indonesia, peran guru yaitu sebagai fasilitator dan bukan sebagai sumber belajar, peran siswa yaitu menyelesaikan permasalahan ilmiah dan bukan sekedar menerima pengetahuan.

Pemecahan masalah mengacu pada usaha untuk mencapai tujuan dan Polya (1954) menjelaskan pemecahan masalah yaitu memahami masalah, merencanakan pemecahan, melaksanakan rencana dan melihat kembali. Langkah pemecahan masalah menurut Polya ini disebut heuristik.

Pemecahan masalah menjadi sesuatu yang sulit bagi siswa (Lorenzo, 2005; Armagan et al., 2009). Proses pemecahan masalah membutuhkan pemahaman konsep yang baik. Siswa yang memahami konsep akan cenderung memiliki kemampuan dalam memecahkan persoalan (Chun & Chang, 2010; Fang, 2011; Salta & Tzougraki, 2010). Keseringan belajar dengan cara memecahkan persoalan akan membantu siswa secara perlahan untuk lebih mampu berpikir dan aktif menyelesaikan persoalan (Festus & Ekpete, 2012). Siswa membutuhkan nalar dan cara berpikir yang tinggi agar dapat memecahkan suatu persoalan. Dengan demikian, Model pembelajaran yang dilakukan guru harus tepat dan dapat mengarahkan siswa menuju kemampuan memecahkan masalah. Pendampingan guru terlatih dibutuhkan agar siswa terarah dalam mengasosiasikan pengetahuannya untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Dogru, 2008; Pedersen & Liu, 2002; Ozgur, Temel & Yilmaz, 2012).

Kehadiran guru kimia ditujukan untuk membantu siswa dalam menjelaskan dan memecahkan persoalan secara ilmiah. Pemecahan masalah juga tidak terlepas dari memori siswa karena pengetahuan berhubungan dengan daya ingat terutama mengingat pengetahuan berkaitan dengan konsep dan prosedur yang sudah dipelajari pada waktu sebelumnya (Cardellini, 2006; Surif et al., 2012). Kerja sama teman sebaya juga sangat penting dalam berdiskusi untuk mengkolaborasikan pengetahuan yang sudah dimiliki sehingga menumbuhkan dan meningkatkan memori sehingga dapat kembali berpikir secara kritis untuk memecahkan persoalan (Cardellini, 2006, Klegeris & Hurren, 2011).

Salah satu pendekatan pembelajaran yang diwajibkan dalam kurikulum 2013 di Indonesia yaitu pendekatan saintifik. Kurikulum 2013 mengatur proses pembelajaran dengan pendekatan saintifik agar siswa secara aktif mengkonstruksi konsep, hukum, atau prinsip melalui tahapan mengamati, merumuskan masalah, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengkomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang ditemukan.

Oleh karena itu, pendekatan saintifik memiliki kaitan dengan metode saintifik sehingga pembelajaran tidak fokus pada aspek kognitif saja melainkan juga aspek keterampilan siswa. Dengan demikian, tujuan dari kurikulum 2013 di Indonesia seperti menciptakan siswa yang produktif, inovatif, kreatif, dan afektif dapat tercapai.

Model PBL membuat siswa bertanggung jawab dengan proses belajarnya karena keterampilan itu akan dibutuhkan dalam kehidupan nyata (Tatar & Oktay, 2011; Sungur & Tekkaya, 2006). Pembelajaran menggunakan PBL memberikan perubahan dalam proses pembelajaran yaitu dari pembelajaran berpusat pada guru menjadi pembelajaran yang berpusat pada siswa (Park & Ertner, 2007). Siswa menjadi lebih aktif dalam pembelajaran di kelas (Tarhan & Ayyıldız, 2014; Ramstedt et.al., 2016).

PBL juga memungkinkan siswa terlibat dalam mempelajari beberapa hal yaitu; permasalahan dunia nyata, keterampilan berpikir tingkat tinggi, keterampilan menyelesaikan permasalahan, belajar antar disiplin ilmu, belajar mandiri, belajar menggali informasi, belajar bekerja sama, belajar keterampilan berkomunikasi (Tosun & Taskesenligil, 2013; Yoon et.al., 2012). Dengan demikian, jika model PBL dipadukan dengan pendekatan saintifik maka diharapkan dapat meningkatkan keterampilan siswa terutama dalam pemecahan masalah ilmiah.

Langkah pembelajaran PBL berdasarkan kurikulum 2013 di Indonesia yaitu;

1) Orientasi siswa pada masalah

Penyajian masalah oleh guru kimia harus menimbulkan ketertarikan siswa untuk mendalami masalah yang disajikan (Günter & Alpat, 2013). Masalah yang disajikan merupakan masalah dengan penyelesaian.

2) Mengorganisasikan siswa untuk penyelidikan

Siswa dikelompokkan secara bervariasi dengan memperhatikan tingkat kemampuan yang didasarkan pada tujuan yang ditetapkan. Guru juga membantu siswa menemukan konsep berdasarkan masalah yang diajukan.

3) Pelaksanaan investigasi

Siswa melakukan penyelidikan dan pemecahan masalah secara bebas dalam kelompoknya dengan memanfaatkan berbagai sumber informasi (Yoon *et.al.*, 2012). Siswa mengajukan penjelasan berdasarkan konsep yang diketahui untuk memahami berbagai hipotesis dan pemecahan masalah yang diselidiki (Fang, 2011; Salta & Tzougraki, 2010) dan guru membimbing siswa.

4) Mengembangkan dan menyajikan hasil

Siswa mengembangkan dan menyajikan hasil karyanya. Kemudian dipresentasikan di depan kelas untuk melatih kemampuan komunikasi siswa. Kegiatan pengembangan dan penyajian hasil karya diharapkan mampu melatih siswa untuk mengembangkan kemampuan belajar mandiri (Warnock & Mohammadi, 2016).

5) Menganalisis dan mengevaluasi proses penyelidikan

Guru membantu menganalisis proses berpikir siswa, keterampilan penyelidikan dan keterampilan intelektual siswa, kemudian guru menyimpulkan materi pembelajaran. Bantuan guru dalam mengevaluasi penyelidikan yaitu memberikan penegasan akan materi yang dipelajari sekaligus sebagai motivasi bagi siswa dalam belajar.

Pembelajaran PBL menyebabkan siswa merasa tertantang untuk belajar dan mampu bekerja secara kooperatif dalam memecahkan masalah (Tosun & Taskesenligil, 2013). PBL juga mempersiapkan siswa berfikir kritis, analisis, dan kreatif menemukan informasi dari berbagai macam sumber. Keaktifan siswa dalam PBL juga membantu siswa untuk mengembangkan berbagai keterampilan, seperti keterampilan berkomunikasi, berargumentasi dan investigasi (Wilder, 2014; Witte & Rogge, 2014).

Dari penjelasan di atas dapat dikatakan bahwa model PBL dengan pendekatan saintifik merupakan pembelajaran yang membantu siswa dalam memecahkan persoalan. Secara ilmiah, model PBL dengan pendekatan saintifik akan bersinergi untuk mengkolaborasikan berbagai konsep pengetahuan yang sudah dimiliki secara aktif dalam proses pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen semu dengan nonequivalent control group design. Desain penelitian ini menggunakan dua kelompok seperti pada Tabel 1. Kelompok eksperimen 1 diberikan perlakuan menggunakan model PBL dan kelompok eksperimen 2 menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan guru.

Tabel 1.
Desain Penelitian

No	Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
1	Eksperimen 1	O ₁	X ₁	O ₂
2	Eksperimen 2	O ₁	X ₂	O ₂

Keterangan:

O₁ : Pretest

O₂ : Posttest

X1 : Pembelajaran menggunakan model PBL menggunakan pendekatan saintifik.

X2: Pembelajaran menggunakan model pembelajaran yang digunakan guru.

Penelitian ini dilaksanakan pada kelas XI semester 2 (dua) tahun pelajaran 2016/2017 di SMA Setia Bakti Ruteng. Fokus penelitian pada materi asam basa. Analisis yang digunakan yaitu analisis deskriptif untuk mengetahui data secara deskriptif dan analisis univariat (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan efektivitas kedua kelas. Uji normalitas data dalam penelitian ini menggunakan statistik Kolmogorov-Shapiro-Wilk. Uji homogenitas dilakukan pada data *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas eksperimen menggunakan uji *Levene's Test*.

Sampel dipilih dengan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam penentuan sampel yaitu setiap kelompok relatif homogen. Kelas eksperimen 1 terdiri dari 19 siswa dan kelompok eksperimen 2 terdiri dari 24 siswa. Dua kelas eksperimen diberikan *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan sebelum adanya perlakuan dan *posttest* setelah adanya perlakuan.

Pemecahan masalah membutuhkan strategi penyelesaian yang tepat. Dalam penelitian ini strategi penyelesaian melalui 5 langkah yaitu mengidentifikasi permasalahan, merumuskan masalah, menentukan alternatif pemecahan masalah, melakukan strategi pemecahan masalah, dan mengevaluasi hasil penyelesaian.

Kelas eksperimen 1 menerapkan PBL menggunakan pendekatan saintifik yang sesuai dengan kurikulum 2013. Dalam setiap langkah pembelajaran PBL diberikan pendekatan saintifik yang mengandung salah satu atau lebih aspek pendekatan saintifik seperti mengamati, menanya, merumuskan masalah, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan, atau mengkomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang ditemukan.

Kelas eksperimen 2 menerapkan model pembelajaran yang biasa digunakan guru. Namun, model itu tetap menggunakan pendekatan saintifik sesuai dengan aturan kurikulum yang berlaku di Indonesia. Jadi, dalam setiap langkah pembelajaran tetap mengandung satu atau lebih aspek pendekatan saintifik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tes kemampuan pemecahan masalah siswa diperoleh dari *pretest* dan *posttest*. Kedua hasil tes tersebut memberikan informasi penting dalam menganalisis kemampuan pemecahan masalah siswa. Tujuan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa dalam memecahkan masalah sebelum adanya perlakuan pada kedua kelas eksperimen. *Posttest* bertujuan untuk

mengetahui kemampuan akhir siswa dalam memecahkan masalah setelah adanya perlakuan. Data hasil tes kemampuan pemecahan masalah dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Data Rerata Skor Hasil Pretest dan Posttest Pemecahan Masalah

No.	Strategi pemecahan masalah	Kelas eksperimen 1		Kelas eksperimen 2	
		<i>pretest</i>	<i>posttest</i>	<i>pretest</i>	<i>posttest</i>
1.	mengidentifikasi permasalahan	6,47	9,32	5,83	8,21
2.	merumuskan masalah	6,00	8,74	5,04	6,92
3.	menentukan alternatif pemecahan masalah	2,16	6,05	1,79	4,71
4.	melakukan strategi pemecahan masalah	2,21	6,16	2,83	4,79
5.	mengevaluasi hasil penyelesaian	1,42	6,32	1,50	2,33
Total skor		18,26	37,16	17,00	26,96

Pemberian perlakuan pada setiap kelas membantu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada setiap kelas. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah adanya perlakuan dilihat dari perbandingan hasil sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan pada kelas eksperimen 2 dan kelas eksperimen 1.

Total skor pemecahan masalah setiap siswa dianalisis sehingga bisa dievaluasi. Data yang digunakan untuk analisis pemecahan masalah siswa menggunakan data gain skor. Independent sample t-test digunakan dalam penelitian ini untuk menjawab pertanyaan "Apakah pembelajaran yang menerapkan PBL menggunakan pendekatan saintifik lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran yang biasa digunakan guru ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah?" Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada perbedaan efektivitas yang signifikan antara pembelajaran dengan model PBL menggunakan pendekatan saintifik dan model pembelajaran yang biasa dipakai guru ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah kimia.

H_a : Pembelajaran dengan model PBL menggunakan pendekatan saintifik lebih efektif dari pada model pembelajaran yang biasa dipakai guru ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah kimia.

Tabel 3.
Independet Sample t-test Gain Skor Pemecahan Masalah

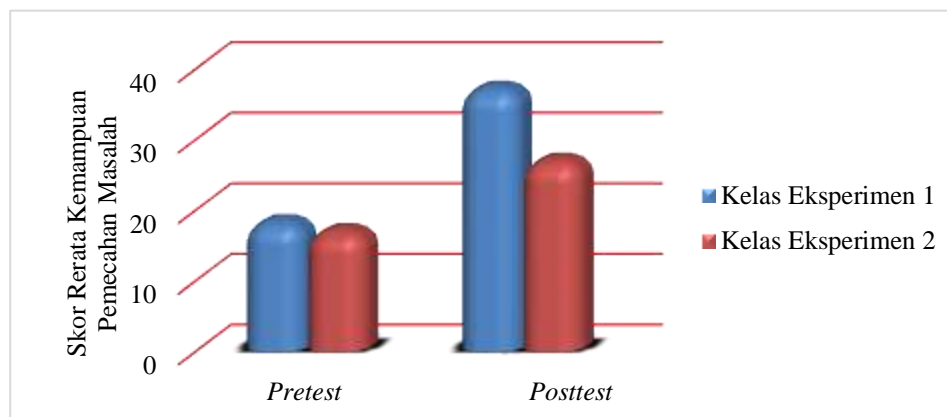
Pemecahan Masalah	T	Df	Mean Difference	Std. Error Difference	Sig.(2-tailed)
	-3,308	41	-,289553	0,087543	0,002

Pengujian independet sample t-test menggunakan taraf signifikansi 0,05. Hasilnya menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$. Nilai signifikansi yang lebih kecil dari taraf signifikansi memberikan informasi bahwa Hipotesis alternatif (H_a) diterima dan Hipotesis awal (H_0) ditolak.

Tabel 2 menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa yang mengalami peningkatan setelah adanya perlakuan pada kedua kelas eksperimen. Pemberian perlakuan pada kedua kelas sama-sama memberikan peningkatan terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Peningkatan itu terjadi pada kedua kelas karena adanya perlakuan yang sama dengan menggunakan pendekatan saintifik. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik melatih siswa untuk lebih kreatif karena kurikulum 2013 menuntut proses pembelajaran yang berpusat pada siswa.

Nilai rata-rata pemecahan masalah kedua kelas yang mengalami peningkatan menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan pemecahan masalah siswa pada kelas eksperimen 1 dengan pembelajaran PBL menggunakan pendekatan saintifik lebih mengalami peningkatan dibandingkan dengan kelompok eksperimen 2. Perbedaan hasil tersebut sebagai akibat adanya perbedaan model pembelajaran yang digunakan. Model pembelajaran pada kelas eksperimen 1 yang menggunakan model pembelajaran PBL lebih melatih siswa dalam proses pemecahan masalah. Proses pembelajaran kelas eksperimen 1 lebih fokus mengarahkan siswa pada strategi penyelesaian masalah. Dengan demikian, pengaruh pemilihan model pembelajaran yang sesuai juga dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

Diagram rata-rata perbandingan kemampuan pemecahan masalah siswa pada kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2 menginformasikan bahwa penggunaan model PBL lebih baik dibandingkan model pembelajaran yang digunakan guru. Data peningkatannya dapat dilihat dari peningkatan kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2 yang disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Hasil Kemampuan Pemecahan Masalah Kimia

Setiap langkah dalam strategi pemecahan masalah mengalami peningkatan. Setelah siswa mendapatkan perlakuan, siswa lebih bisa mengidentifikasi masalah dan merumuskan masalah yang diberikan dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan rata-rata siswa pada langkah mengidentifikasi masalah dan merumuskan masalah memiliki rata-rata yang paling tinggi dari strategi pemecahan masalah yang lain pada kedua kelas eksperimen.

Pada langkah menentukan alternatif pemecahan masalah dan melakukan strategi pemecahan masalah memperoleh skor rata-rata yang lebih kecil dibandingkan langkah mengidentifikasi dan merumuskan masalah. Skor rata-rata pada langkah menentukan alternatif pemecahan masalah dan melakukan strategi pemecahan masalah membutuhkan pemahaman konsep yang baik. Jika pemahaman konsep rendah maka akan sulit menentukan alternatif pemecahan masalah. Dengan demikian, pemecahan masalah harus didukung dengan pemahaman konsep yang baik.

Pada langkah mengevaluasi hasil penyelesaian, peningkatan skor rata-rata yang baik hanya pada kelas eksperimen 1 dibandingkan dengan kelas eksperimen 2. Kelas eksperimen 1 sudah dibiasakan untuk mengevaluasi hasil penyelidikan dengan cara menarik kesimpulan yang tepat terhadap hasil pemecahan masalah yang diperoleh sedangkan pada kelompok eksperimen 2 kurang dilatih untuk menarik kesimpulan yang tepat. Dengan demikian, untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dibutuhkan latihan yang rutin sehingga siswa terbiasa untuk menyelesaikan masalah dengan strategi pemecahan masalah yang tepat.

Berdasarkan hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model PBL menggunakan pendekatan saintifik berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa dibandingkan model pembelajaran yang sering digunakan guru. Peningkatan rata-rata kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2

berbeda secara signifikan. Namun, pengaruh adanya perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2 menyebabkan kedua kelas sama-sama meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Perbedaan perlakuan yang diberikan pada kedua kelas eksperimen menyebabkan skor rata-rata kemampuan pemecahan masalah kelas eksperimen 1 lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen 2. Dengan demikian, Pembelajaran dengan model PBL menggunakan pendekatan saintifik lebih efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dibandingkan pembelajaran yang sering digunakan guru.

SIMPULAN

Pembelajaran pada materi asam basa dengan PBL menggunakan pendekatan saintifik sesuai kurikulum 2013 di Indonesia efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Siswa yang sering dilatih dengan penyelesaian masalah menggunakan strategi pemecahan masalah yang tepat akan lebih baik kemampuan pemecahan masalahnya.

Kemampuan pemecahan masalah yang baik harus ditunjang dengan pemahaman konsep yang baik. Guru kimia juga harus memilih model yang mampu mendukung peningkatan pemahaman konsep siswa sehingga berdampak pada peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa. Guru harus lebih kreatif dalam memilih model pembelajaran yang sesuai pada setiap materi dalam pembelajaran, sehingga siswa menjadi lebih aktif dalam belajar. Penggunaan PBL menggunakan pendekatan saintifik yang sesuai dengan kurikulum 2013 di Indonesia dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi asam basa sehingga disarankan guru kimia bisa menerapkannya dalam proses pembelajaran, khususnya pada materi asam basa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis melalui tulisan ini ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada kepala sekolah SMA Setia Bakti Ruteng yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian di sekolah. Peneliti juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada Yayasan Santu Paulus Ruteng yang telah membantu peneliti melalui sumbangan dana penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

Armagan, F. Ö., Sagır, S. U. & Çelik, A. Y. (2009). The effects of students' problem solving skills on their understanding of chemical rate and their achievement on this issue. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* , 1, 2678–2684.

Cardellini, L. (2006). Fostering creative problem solving in chemistry through group work. *The Royal Society of Chemistry, Chemistry Education Research and Practice*, 7, 131-140.

Chun & Chang, Y. (2010). Does problem solving = prior knowledge + reasoning skills in earth science? An exploratory study. *Research in Science Education*, 40, 103 – 116.

Dogru, M. (2008). The application of problem solving method on science teacher trainees on the solution of the environmental problems. *Journal of Environmental & Science Education*, 3, 9 – 18.

Fang, N. (2011). Students' perceptions of dynamics concept pairs and correlation with their problem – solving performance. *Journal Science of Education and Technology*.

Festus, C. & Ekpete, O. A. (2012). Improving students' performance and attitude towards chemistry through problem – based – solving techniques (PBST). *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 1, 167 – 174.

Günter, T. & Alpat, S. K. (2013). The effect of problem – based learning (PBL) on the academic achievement of students studying "electrochemistry". *Chemistry Education Research and Practice*, 1 – 15.

Klegeris, A. & Hurren, H. (2011). Problem – based learning in a large classroom setting: methodology, student perception and problem solving skills. *Proceedings of EDULEARN11 Conference*, 2532 – 2541.

Lorenzo, M. (2005). The Developmet, Implementation, And Evaluation Of a Problem Solving Heuristic. *International Journal of Science and Mathematics Education, National Science Council*, 3, 33-58.

Ozgur, S. D., Temel, S. & Yilmaz A. (2012). The effect of learning styles of preservice chemistry teachers on their perceptions of problem solving skills and problem solving achievements. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 1450 – 1454.

Park, S. H. & Ertmer, P. A. (2007). Impact of Problem-Based Learning (PBL) on Teachers' Beliefs Regarding Technology Use. *Journal of Research on Technology in Education*, 40, 247-267.

Pedersen, S. & Liu, M. (2002). The transfer of problem solving skills from a problem – based learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 35, 303 – 320.

Polya, M. (1957). *How to solve it* (2nd Ed.). New York: Doubleday

Ramsted, M., Hedlund, T., Björn, E., Fick, J. & Jahnke, I. (2016). Rethinking chemistry in higher education towards technology – enhanced problem – based learning. *Education Inquiry*, 7, 115 – 135.

Salta, K. & Tzougraki, C. (2011). Conceptual versus algorithmic problem – solving: focusing on problems dealing with conservation of matter in chemistry. *Research in Science Education*, 41, 587 – 609.

Sungur, S. & Tekkaya, C. (2006). Effect of problem – based learning and traditional instruction on self – regulated learning. *The Journal of Educational Research*, 99, 307 – 320.

Surif, J., Ibrahim, N. H. & Mokhtar, M. (2012). Conceptual and Procedural Knowledge in Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 416 – 425.

Tarhan, L. & Ayyıldız, Y. (2014). The views of undergraduates about problem – based learning applications in a biochemistry course. *Journal of Biological Education*, 1 – 11.

Tatar, E. & Oktay, M. (2011). The effectiveness of problem – based learning on teaching the first law of thermodynamics. *Research in Science & Technological Education*, 29, 315 – 332.

Tosun, C. & Taskesenligil, Y. (2013). The effect of problem-based learning on undergraduate students' learning about solutions and their physical properties and scientific processing skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 36 – 50.

Warnock, J. N., Mohammadi, M. J. & Aragh. (2016). Case study: use of problem – based learning to develop students' technical and professional skills. *European Journal of Engineering Education*, 41, 142 – 153.

Wilder, S. (2014). Impact of problem – based learning on academic achievement in high school: a systematic review. *Educational Review*, 1 – 21.

Witte, K. & Rogge, N. (2014). Problem – based learning in secondary education: evaluation by an experiment. *Education Economics*, 1-22.

Yoon, H., Woo, A. J., Treagust, D. & Chandrasegaran, A. (2012). The efficacy of problem – based learning in an analytical laboratory course for pre-service chemistry teachers. *International Journal of Science Education*, 1-24.