

**DESAIN DIDAKTIK PADA TOPIK PREPARASI MATERIAL NANO  
SENG OKSIDA UNTUK PENGUATAN *VIEW OF NATURE OF SCIENCE*  
*AND TECHNOLOGY* SISWA**

**TESIS**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Magister Pendidikan  
pada Program Studi Pendidikan Kimia



oleh:

**Elza Rachman Panca Priyanda**

**NIM 1706373**

**PROGRAM STUDI MAGISTER (S2) PENDIDIKAN KIMIA  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2019**

**DESAIN DIDAKTIK PADA TOPIK PREPARASI MATERIAL NANO  
SENG OKSIDA UNTUK PENGUATAN *VIEW OF NATURE OF SCIENCE*  
*AND TECHNOLOGY* SISWA**

Oleh

Elza Rachman Panca Priyanda

S.Pd UIN Sultan Syarif Kasim Riau, 2017

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Magister (S2) Pendidikan  
Kimia Sekolah Pascasarjana

© Elza Rachman Panca Priyanda  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**Elza Rachman Panca Priyanda**

ELZA RACHMAN PANCA PRIYANDA

DESAIN DIDAKTIK PADA TOPIK PREPARASI MATERIAL SENG OKSIDA  
BERUKURAN NANO UNTUK PENGUATAN *VIEW OF NATURE OF  
SCIENCE AND TECHNOLOGY* SISWA

Disetujui dan Disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. rer. nat. Ahmad Mudzakir, M.Si  
NIP. 19661121 199103 1002

Pembimbing II



Dr. Eng. Asep Bayu Dani Nandiyanto, M. Eng  
NIP. 19830919 201212 1002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister (S2) Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M.Si  
NIP. 196310291987031001

## ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengembangkan desain didaktik bermuatan *View Of Nature Of Science and Technology (VNOST)* pada topik preparasi material nano seng oksida untuk peserta didik SMA. Desain didaktis pada topik material nano seng oksida bermuatan VNOST dikembangkan berdasarkan temuan konsepsi yang dimiliki oleh peserta didik. Metode penelitian yang digunakan adalah *Educational Design Research (EDR)*. Instrumen yang digunakan yaitu pedoman wawancara, kuesioner pemahaman aspek VNOST, dan lembar validasi desain didaktis. Subjek pada penelitian ini peserta didik kelas xi mia SMA. Data penelitian yang diperoleh berupa tafsiran kualitatif hasil wawancara pre konsepsi, hasil pemahaman aspek kuesioner *VNOST*, hasil validasi desain didaktik dan potensi desain didaktik. Hasil uji kemampuan awal VNOST peserta didik menunjukkan bahwa rata-rata pandangan peserta didik terkait sains dan teknologi tergolong dalam kategori naive dan has merit. Berdasarkan wawancara peserta didik menunjukkan bahwa seluruh peserta didik belum memahami seng oksida yang berukuran nano dengan benar. Analisis pola konstruksi pemahaman VNOST ditelusuri lebih lanjut berdasarkan tipe respon yang muncul pada saat pembelajaran, pola konstruksi yang dominan adalah tipe *informative*. Berdasarkan analisis perbandingan kemampuan awal dan akhir VNOST peserta didik terbukti bahwa terjadi perubahan pandangan peserta didik terkait sains dan teknologi kearah yang lebih akurat.

**Kata Kunci:** Desain didaktis, nano material seng oksida, dan *View Of Nature Of Science and Technology (VNOST)*

## ABSTRACT

The study was conducted to develop didactic design based on View of Nature of Science and Technology (VNOST) on the topic of zinc oxide nano material preparation for high school students. The purpose of this study was to test the ability of View of Nature of Science and Technology (VNOST) high school students; to create a didactic design on the basis of findings of conceptions held by learners. The research method used is *Educational Design Research* (EDR). Instruments used were pre-conception interview, questionnaire understanding of VNOST aspects, and Validation sheet of Didactic Design. Subjects in this study were students of class XI mia Senior High School. The research data obtained were qualitative interpretation of pre-conception interview result, understanding of VNOST questionnaire, and Didactic design validation. Understanding of VNOST questionnaire test results of students show that the average view of students related to science and technology is in the category of Naive and has merit. Based on the students' interviews showed that all students did not understand the nano-sized zinc oxide correctly. Analysis of the VNOST understanding construction patterns is further explored based on the types of responses that arise during learning, the dominant construction pattern is the informative type. Based on a comparative analysis of the initial and final abilities of VNOST students, it is evident that there has been a change in students' views regarding science and technology in a more accurate direction.

**Keywords:** Didactic design, zinc oxide nano material, View of Nature of Science and Technology (VNOST)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN HAK CIPTA</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Pembatasan Masalah .....	5
1.6 Defenisi Operasional .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Literasi Sains dan <i>View of Nature of Science and Technology</i> .....	7
2.2 <i>Technochemistry Education</i> .....	11
2.3 Sains dan Teknologi Nano sebagai Model <i>Technochemistry</i> .....	12
2.4 Pembelajaran Preparasi Material Seng Oksida yang Berukuran Nano sebagai Model <i>Technochemistry Education</i> .....	16
2.5 Desain Didaktis .....	19
2.6 Pola Konstruksi Pengetahuan VNST .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	26
3.1 Metode Penelitian .....	26
3.2 Alur Penelitian .....	29
3.3 Subjek dan Lokasi Peneitian .....	30

3.4 Instrumen Penelitian .....	30
3.6 Teknik Analisis Data .....	31
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1. Pemahaman <i>View Of Nature Of Science and Technology (VNOST)</i> peserta didik sebelum pembelajaran .....	38
4.2. Rancangan Pengembangan Desain Didaktis Pada Topik Seng Oksida yang Berukuran Nano Berdasarkan Temuan Konsepsi yang Dimiliki oleh Peserta Didik .....	48
4.3 Validitas Desain Didaktis Pada Topik Seng Oksida Yang Berukuran Nano Bermuatan <i>View Of Nature Of Science and Technology (VNOST)</i> .....	67
4.4 Analisis Pola Konstruksi Pengetahuan VNOST .....	68
4.5.Potensi desain didaktis pembelajaran seng oksida yang berukuran nano untuk menguatkan kemampuan VNOST .....	75
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>82</b>
5.1 Simpulan .....	82
5.2 Implikasi .....	82
5.3 Rekomendasi .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>84</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Instrumen dan Data Penelitian .....	30
Tabel 3.2.	Hasil Wawancara Hambatan Belajar Peserta Didik.....	32
Tabel 3.3.	Nilai Minimum CVR Uji Satu Pihak dengan $\alpha = 0,05$ .....	33
Tabel 3.4.	Kategori Hasil Perhitungan CVI.....	34
Tabel 3.5.	Tampilan Analisis Transkrip Video Pembelajaran.....	35
Tabel 3.6.	Klasifikasi Tipe Respon .....	36
Tabel 3.6.	Klasifikasi Tipe Respon .....	37
Tabel 4.1.	Frekuensi dan Presentase Pandangan Peserta Didik terhadap Defenisi Sains dan Teknologi .....	39
Tabel 4.2.	Frekuensi dan Presentase Pandangan Peserta Didik terhadap Epistemologi Ilmu .....	42
Tabel 4.3.	Frekuensi dan Presentase Pandangan Peserta Didik terhadap Sosiologi Internal Ilmu.....	45
Tabel 4.4.	Frekuensi dan Presentase Pandangan Peserta Didik terhadap Sosiologi Eksternal Ilmu .....	47
Tabel 4.5.	Konsepsi Siswa dan Ilmuan tentang Seng Oksida yang Berukuran Nano .....	48
Tabel 4.6.	Analisis Respon Peserta Didik dalam Wawancara Pada Aspek Defenisi Sains dan Teknologi .....	52
Tabel 4.7.	Alternatif Desain Didaktis Pandangan Peserta Didik terhadap Penguasaan Aspek NOST Defenisi Sains Dan Teknologi.....	54
Tabel 4.8.	Analisis Respon Peserta Didik dalam Wawancara Pada Aspek Epistemologi Ilmu .....	55
Tabel 4.9.	Alternatif Desain Didaktis Pandangan Peserta Didik terhadap Penguasaan Aspek NOST Epistemologi Ilmu .....	58
Tabel 4.10.	Analisis Respon Peserta Didik dalam Wawancara Pada Aspek Sosiologi Internal Ilmu.....	60
Tabel 4.11.	Alternatif Desain Didaktis Pandangan Peserta Didik terhadap Penguasaan Aspek NOST Sosiologi Internal Ilmu .....	62



Tabel 4.12.	Analisis Respon Peserta Didik dalam Wawancara Pada Aspek Sosiologi Eksternal Ilmu .....	63
Tabel 4.13.	Alternatif Desain Didaktis Pandangan Peserta Didik terhadap Penguasaan Aspek NOST Sosiologi Eksternal Ilmu .....	64
Tabel 4.14.	Hasil Optimasi Flouresensi Zinc Oksida (ZnO) .....	66
Tabel 4.15.	Perolehan Nilai CVI.....	68
Tabel 4.16.	Cuplikan Dialog Siswa Pada Segmen-1.....	70
Tabel 4.17.	Cuplikan Dialog Siswa Pada Segmen-2.....	72
Tabel 4.18.	Cuplikan Dialog Siswa Pada Segmen-3.....	73
Tabel 4.19.	Cuplikan Dialog Siswa Pada Segmen-4.....	75
Tabel 4.20.	Frekuensi dan Persentase Perbandingan VNOST Peserta Didik Sebelum dan Sesudah Pembelajaran .....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skematik Klasifikasi Nano Material .....	13
Gambar 2.2.	Segitiga Didaktis Kansanen .....	20
Gambar 2.3.	Segitiga Kansanen Hasil Modifikasi .....	21
Gambar 2.4.	Metapedadidaktik Dilihat dari Sisi ADP, HD, dan HP .....	22
Gambar 3.1.	Siklus Penelitian EDR.....	26
Gambar 3.2.	Alur Penelitian .....	29
Gambar 4.1.	Persentase Kategori Pandangan Peserta Didik Mengenai Defenisi Sains dan Teknologi .....	42
Gambar 4.2.	Persentase Kategori Pandangan Peserta Didik Mengenai Epistemologi Ilmu .....	44
Gambar 4.3.	Persentase Kategori Pandangan Peserta Didik Mengenai Sosiologi Internal Ilmu .....	46
Gambar 4.4.	Persentase Kategori Pandangan Peserta Didik Mengenai Sosiologi Eksternal Ilmu.....	48
Gambar 4.5.	Pengetahuan Peserta Didik Terkait Seng Oksida yang Berukuran Nano pada Aspek Defenisi Sains dan Teknologi .....	53
Gambar 4.6.	Pengetahuan Peserta Didik Terkait Seng Oksida yang Berukuran Nano pada Aspek Epistemologi Ilmu.....	57
Gambar 4.7.	Pengetahuan Peserta Didik Terkait Seng Oksida yang Berukuran Nano pada Aspek Sosiologi Internal Ilmu.....	61
Gambar 4.8.	Pengetahuan Peserta Didik Terkait Seng Oksida yang Berukuran Nano pada Aspek Sosiologi Eksternal Ilmu .....	63
Gambar 4.9.	Hasil Percobaan .....	66
Gambar 4.10.	Pola Konstruksi Siswa Segmen-1 .....	69
Gambar 4.11.	Pola Konstruksi Siswa Segmen-2 .....	71
Gambar 4.12.	Pola Konstruksi Siswa Segmen-3 .....	73
Gambar 4.13.	Pola Konstruksi Siswa Segmen-4 .....	74
Gambar 4.14.	Alasan Pertanyaan Sub Aspek Defenisi Sains .....	77
Gambar 4.15.	Alasan Pertanyaan Sub Aspek Defenisi Teknologi.....	77
Gambar 4.16.	Alasan Pertanyaan Sub Aspek Hubungan Sains dan Teknologi	78
Gambar 4.17.	Alasan Pertanyaan Sub Aspek Hakikat Model Ilmiah .....	79

Gambar 4.18. Alasan Pertanyaan Sub Aspek Hakikat Skema Klasifikasi.....	79
Gambar 4.19. Alasan Pertanyaan Sub Aspek Hakikat Keputusan Ilmiah .....	80
Gambar 4.20. Alasan Pertanyaan Sub Aspek Hakikat Keputusan Teknologi	80
Gambar 4.21. Alasan Pertanyaan Sub Aspek Hakikat Keputusan Teknologi	81
Gambar 4.22. Alasan Pertanyaan Sub Aspek Hubungan Sains, Teknologi dan Masyarakat .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1	Kuisisioner VNOST.....	89
Lampiran A.2	Pedoman Wawancara.....	101
Lampiran A.3	Pendukung Wawancara .....	111
Lampiran A.4	Rubrik Penilaian Instrumen Wawancara .....	115
Lampiran B.1	Analisis Kuisisioner VNOST .....	121
Lampiran B.2	Transkrip Wawancara 1.....	124
Lampiran B.3	Transkrip Wawancara 2.....	130
Lampiran B.4	Validasi Desain Didaktik Hipotesis .....	136
Lampiran B.5	Transkrip Video Pembelajaran Pola Konstruksi	162

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Virgius, Yudistira, Nirmin dan Khairurrijal. (2008). *Sintesis Nanomaterial*. Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi Vol. I : 33 – 57.
- Abdullah, M. (2009). *Pengantar Nanosains*. Bandung: Penerbit ITB
- Avraja, M. (2007). Contextual Perspective In Analysing Collaborative Knowledge Construction Of Two Small Group In Web-Based Discussion. *International Journal Of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2-3), 133-158
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The Development of a new instrument: “Views on Science- Technology-Society” (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477–491.
- Akker, J. V. D., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). Educational Design Research. *Educational Design Research*, 67–90.
- Aoun, J.E. (2017). *Robot-proof: higher education in the age of artificial intelligence*. US: MIT Press.
- Arani, M. R. S., Shibata, Y., Christine Lee, K. E., Kuno, H., Matoba, M., Lay Lean, F., & Yeo, J. (2014). Reorienting the culture script of teaching: Cross cultural analysis of a science lesson. *International Journal for lesson and learning studies*, 3(3), 215-235.
- Bencze, J. L. (2001). “Technoscience” education: Empowering citizens against the tyranny of school science. *International Journal of Technology and Design Education*, 11(3), 273–298.
- Bryant, F. B., Kastrup, H., Udo, M., Hislop, N., Shefner, R., & Mallow, J. (2013). Science anxiety, science attitudes, and constructivism: A binational study. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 432-448.
- Brooks, H. (1994). The relationship between science and technology *Res. Policy* **23** 477–86.
- Bybee, R. W., Powell, J. C., Ellis, J. D., Giese, J. R., Parisi, L., & Singleton, L. (1991). Integrating the History and Nature of Science and Technology in Science and Social Studies Curriculum. *Science Education*, 75(1), hlm. 143–155.
- Chamizo, J. A. (2013). Technochemistry: One of the chemists’ ways of knowing. *Foundations of Chemistry*, 15(2), 157–170. <https://doi.org/10.1007/s10698-013-9179-z>
- Christopher, B. (2012). *Science Teaching, Classroom Discussion And Contexts In Junior High Schools In Ghana*. (Dissertation). The Graduate School For International Development And Cooperation, Hiroshima University, Japan.

- Davis, C. A. Maher, and N. Noddings. (1990). *Constructivist Views On The Teaching And Learning Of Mathematics*. Reston, VA: National Council Of Teachers Of Mathematics.
- Elliott, J. (2016). Significant themes in developing the theory and practice of lesson study. *International Journal For lesson and learning studies*, 5(4), 274-280.
- Fernandez, B. R. (2011). *Sintesis Nanopartikel*. Program Studi Kimia. Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Gilbert, S.W. (1991). "Model Building and A Definition of Science," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 28, no. 1, pp. 73-79.
- Guedens, W. J., Reynders, M., Van den Rul, H., Elen, K., Hardy, A., & Van Bael, M. K. (2013). ZnO-based sunscreen: The perfect example to introduce nanoparticles in an undergraduate or high school chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 91(2), 259-263.
- Haney, J. J., & McArthur, J. (2002). Four case studies of prospective science teachers' beliefs concerning constructivist teaching practices. *Science Education*, 86(6), 783-802.
- Haryanto, G. (2008). *Probe Optik Untuk Mengukur Konsentrasi Fitoplankton, Studi Kasus Scenedesmus Sp* (Skripsi). Jakarta: FT UI
- Hayat, B dan Yusuf, S. (2010). *Mutu Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Herizal. (2017). *Pengembangan Lembar Kerja Inkuiri Terbimbing Konteks 6 Nanoteknologi Menggunakan Material Zink Oksida (ZnO) untuk Membangun Literasi Kimia Siswa SMA*. (Skripsi). FPMIPA UPI
- Holt-Reynolds, D. (2000). What does the teacher do?: Constructivist pedagogies and prospective teachers' beliefs about the role of a teacher. *Teaching and Teacher Education*, 16(1), 21-32.
- Işman, A. (2012). Technology and technique: An educational perspective *Turkish Online J. Educ. Technol.* **11** 207-13
- Janhke, I. & Olson, A. (2014). Digital didactical design of learning expeditions. *Proceeding, In C. Rensing at al. (Eds). Open learning and teaching in education learning. The 9<sup>th</sup> European Conference on technology enhanced learning, halm. 165-178*. Switzerland: Springer Internasional Publising
- Kansanen, P. (2003). Kansanen, P. (2003). Studying-theRealistic Bridge Between Instruction and Learning. An Attempt to a Conceptual Whole of the Teaching-Studying-Learning Process, 29(June 2012), 37-41.
- Kansanen, P., & Meri, M. (1999). The didactic relation in the teaching-studying-learning process. *Didaktik/Fachdidaktik as Science (-s) of the Teaching profession*, 2(1), 107-116.

- Laherto, A. (2012). *Nanoscience Education for Scientific Literacy. Opportunities and Chalanges in Secondary school and in out-of-school settings*. Academic Dissertation. Helsinki.
- Lawshe, C, H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–727.
- Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., & Kao, H. an. (2013). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manufacturing Letters*, 1(1), 38–41.
- Lederman, N. (1992). Students’ and teachers’ conceptions of the nature of science: do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(4), 721–734.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). “Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy,” *Int. J. Educ. Math. , Sci. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 138–147.
- Maher, C. A., & N. Noddings. (1990). *Constructivist Views On The Teaching And Learning Of Mathematics*. Reston, VA: National Council Of Teachers Of Mathematics.
- McComas, W.F., Clough, M.P., and Almazroa, H. (1998). The Nature Of Science in Science Education, 3-39. *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands*.
- Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2009). *Introduction to Probability and Statistics*. NBrooks/Cole Cengage Learning.
- Munthe, E., Bjuland, R., & Helgevold, N. (2016). Lesson study in field practice: a time-lagged experiment in initial teacher education in Norway. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 5(2), 142-154.
- Nursa’adah, E., Liliasari, Mudzakir, A., & Barke, H. D. (2018). The model of educational reconstruction: Students’ conceptual knowledge on solid state chemistry domain. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 193–203.
- OECD. (2015). *PISA 2015 results in focus*. OECD Publishing.
- OECD. (2015b). *PISA 2015 Results volume I : Excellence and equity in education*. OECD Publishing.
- Pokropivny, V., Lohmus, R., Hussainova, I., Pokropivny, A., Vlassov, S. (2007). *Introduction in Nanomaterials and Nanotechnology*. Tartu University Press, Ukraina, 225 p.
- Ramahdita, G. (2011). *Karakterisasi Partikel nano ZnO Hasil Sintesis Dengan Metode Presipitasi Dan Perlakuan Pra-Hidrotermal*. (Skripsi) Jakarta : FT UI

- Rahman, S., Yasin, R. M., Jusof, K., Yassin, S.F.M., Nordin, N. M., & Yusof, M. M. (2011). Knowledge construction process in online learning. *Middle East Journal of scientific research*, 8(2), 448-492.
- Rubba, P. A., & Harkness, W. L. (1993). *Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions*. *Science Education* (Vol. 77).
- Rubba, P. Schoneweg, C., and Harkens, W. (2007). A New Scoring Procedure for View on Science – Technology – Society Instrument. *International Journal of Science Education*, Vol. 18 No. 4 pp 387 – 400.
- Runesson, U., & Gustafsson, G. (2012). Sharing and developing knowledge products from Learning Study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 1(3), 245-260.
- Sholihah, L. K. (2010). *Sintesis dan Karakterisasi Partikel Nano Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang Berasal dari Pasir Besi dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Bahan Komersial (Aldrich)*. Jurusan Fisika, MIPA. Institut Teknologi Sepuluh Noverber.
- Spanhel, L., & Anderson, M. R.. (1991). *J. Am. Chem. Soc.*, **113**, 2826
- Sterling, D., Pyle, E., Berube, C., Rhoades, E.M., Calhoun, J., Rublein, G., ... Parlo, A,. (2010). “Scientific Inquiry and the Nature of Science Task Force Report. *Virginia Mathematics and Science Coalition*. [Online]. Diakses dari <http://www.vamsc.org>”
- Suryadi, D. (2010). *Teori, Paradigm, Prinsip, dan Pendekatan Pembelajaran MIPA dalam konteks Indonesia*. Bandung: JICA FPMIPA.
- Suryadi, D. (2013). Didactical Design Research (DDR) Dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika.1.3-12*
- Tairab, H. H. (2001). How do pre-service and in-service science teachers view the nature of science and technology? *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 235–250.
- Tala, S. (2009). Unified view of science and technology for education: Technoscience and technoscience education. *Science and Education*, 18(3–4), 275–298.
- Tala, S. (2013). Knowledge Building Expertise: Nanomodellers' Education as an Example. *Science and Education*, 22(6), 1323–1346.
- Tala, S., & Vesterinen, V. M. (2015). Nature of Science Contextualized: Studying Nature of Science with Scientists. *Science and Education*, 24(4), 435–457.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.



- Tairab, H. H. (2001). How do Pre-service and In-service Science Teachers View the Nature of Science and Technology?. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 235–250.
- Wahab, S.A., and Osman, S.I.W. (2012). “Defining the Concepts of Technology and Technology Transfer : A Literature Analysis,” *Int. Bussiness Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 61–71.
- Wilke, T., Horst, N. T., Waitz, T. (2015). Experiments with Fluorescent Zinc Oxide Nanoparticles: A Teaching Course Design for Upper Secondary Chemistry Class. *Germany : International Conference New Perspectives in Science Education Edition 4*, hlm. 1-5
- Wilke, T., Waitz, T. (2015). ‘NANO’ – An Attractive Dimension for School Chemistry Education. *Germany : International Conference New Perspectives in Science Education Edition 3*, hlm. 1-5

