

**PENGEMBANGAN MODUL SISTEM KOLOID BERMUATAN ETNOSAINS
KONTEKS PENGOLAHAN LIMBAH BATIK TRUSMI MENGGUNAKAN
METODE *FOUR STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT***

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan
pada program studi pendidikan kimia



Disusun oleh:

Firli Nurpatihah S

2001053

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2024**

HALAMAN HAK CIPTA**PENGEMBANGAN MODUL AJAR SISTEM KOLOID BERMUATAN
ETNOSAINS KONTEKS PEMBUATAN BATIK TRUSMI MENGGUNAKAN
METODE *FOUR STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT***

oleh

FIRLI NURPATIHAN S

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

© Firli Nurpatihah S 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

2024

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang,
di fotocopy, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

FIRLI NURPATIHAN S

PENGEMBANGAN MODUL SISTEM KOLOID BERMUATAN ETNOSAINS
KONTEKS PENGOLAHAN LIMBAH BATIK TRUSMI MENGGUNAKAN
METODE *FOUR STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT*

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I

**Dr. paed. Sjaeful Anwar, M.Si.**

NIP. 196208201987031002

Pembimbing II

**Dr. Ijang Rohman, M.Si.**

NIP. 196310291987031001

Mengetahui

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

**Dr. Wiji, M.Si**

NIP. 197204302001121001

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul materi sistem koloid bermuatan etnosains konteks pengolahan limbah batik yang layak. Metode penelitian yang digunakan adalah DDE atau *Design Development Evaluation* dan metode pengembangan bahan ajar menggunakan *Four Steps Teaching Material Development* (4STMD). Tahap desain dilakukan dengan cara menganalisis dan merencanakan jenis bahan ajar yang dikembangkan dan menghasilkan rancangan bahan ajar. Tahap pengembangan modul menggunakan metode 4STMD yang terdiri dari empat tahapan yaitu tahap seleksi, strukturisasi, karakterisasi dan reduksi didaktik. Tahap evaluasi dilakukan melalui tahap uji coba kelayakan dan keterpahaman bahan ajar. Pada tahap desain diperoleh rancangan bahan ajar berupa modul bermuatan etnosains. Pada tahap seleksi diperoleh kesesuaian antara kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi dan label konsep, penjelasan konsep dikaitkan dengan muatan etnosains berupa pengolahan limbah batik sebagai konteks substansi. Optimasi pengolahan limbah batik dilakukan dengan membandingkan keefektifan koagulan antara FeSO_4 dengan tawas yang digunakan dalam menjernihkan air. Berdasarkan hasil optimasi, jenis koagulan yang efektif diantara keduanya adalah FeSO_4 . Tahap strukturisasi menghasilkan peta konsep, struktur makro, dan tiga level representasi. Tahap karakterisasi diperoleh 54 teks yang diujikan pada siswa kelas XI sebanyak 60 siswa di salah satu SMA Kota Cirebon dan menghasilkan 4 teks sulit yang direduksi pada tahap reduksi didaktik. Hasil draft modul dilakukan uji kelayakan yang melibatkan 2 guru kimia, 1 guru bahasa Indonesia. Hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa modul sangat layak untuk digunakan dengan persentase rata-rata kelayakan sebesar **95,2%**. Tahap akhir yaitu dilakukan uji keterpahaman menunjukkan hasil bahwa sebagian besar teks **92%** mudah untuk dipahami siswa, sehingga bahan ajar yang dikembangkan memiliki kategori **Bahan Ajar Mandiri**.

Kata Kunci: Bahan ajar, Modul, Koloid, 4STMD, Etnosains

ABSTRACT

This study aims to produce a colloid system module enriched with ethnoscience, focusing on the context of batik waste treatment, which is suitable for use in education. The design phase involved analyzing and planning the type of learning material to be developed, resulting in a module design. The development phase utilized the 4STMD model, comprising four stages: selection, structuring, characterization, and didactic reduction. Evaluation was conducted through feasibility and comprehension tests. The design phase yielded an ethnoscience-based module design. The selection stage ensured alignment between basic competencies, competency achievement indicators, and conceptual labels. Conceptual explanations were linked to ethnoscience content, specifically the production and processing of batik waste as the substantive context. Optimization of batik waste processing was achieved by comparing the effectiveness of FeSO_4 and alum as coagulants for water clarification. Based on optimization results, FeSO_4 was determined to be the more effective coagulant. The structuring phase resulted in a concept map, macrostructure, and multiple level of representation. The characterization phase yielded 54 texts, which were tested on 60 eleventh-grade students in Cirebon. Four texts were identified as difficult and were subsequently reduced in the didactic reduction stage. The draft module underwent a feasibility test involving two chemistry teachers and one Indonesian language teacher. The results indicated that the module was highly suitable for use by the average of percent suitable is 95,2%. The final stage, a comprehension test, revealed that a majority of the texts 92% were easily understood by students, categorizing the developed teaching material as "self-directed."

Keywords: *Teaching Materials Module, Colloids, 4STMD, Ethnoscience*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah penelitian	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Etnosains dalam Pembelajaran	8
2.7 Modul sebagai Bahan Ajar	8
2.8 Modul Bermuatan Etnosains	10
2.9 Koloid.....	11
2.10 Koloid dan Produksi Batik	19
2.11 Pengembangan Bahan Ajar Metode Four Steps Teaching Material Development (4STMD)	20
BAB III	27
METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Desain Penelitian.....	27
3.2 Objek, Partisipan, dan Tempat Penelitian	27
3.3 Prosedur Penelitian.....	27
3.4 Alur penelitian	32
3.5 Instrumen Penelitian.....	33
3.6 Teknik Pengumpulan Data	37
3.7 Teknik Analisis data	40
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Penentuan Jenis Koagulan pada Proses Pengolahan Limbah Batik	44
4.2 Karakteristik Modul Sistem Koloid	48

4.3 Hasil Uji Kelayakan.....	48
4.4 Hasil Uji Keterpahaman.....	102
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	104
5.1 Simpulan.....	104
5.2 Implikasi.....	105
5.3 Rekomendasi	105
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN.....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Senter yang disorot ke permukaan gelas.....	12
Gambar 2. 2 Karbon.....	13
Gambar 2. 3 Visualisasi gerak brown koloid.....	13
Gambar 2. 4 Proses koagulasi.....	14
Gambar 2. 5 Hemodialisis	15
Gambar 2. 6 Cerobong Asap.....	15
Gambar 2. 7 Proses busur bredig,	18
Gambar 2. 8 Proses Ultrasonik	19
Gambar 4. 1 Set Alat Optimasi	44
Gambar 4. 2 Limbah batik yang dihasilkan dari proses pembatikan (kiri) dan Saluran pembuangan limbah oleh produsen batik (kanan)	45
Gambar 4. 3 Hasil instrumentasi turbidimeter terhadap sampel limbah sebelum diberikan perlakuan(kanan), sesudah diberi perlakuan(kiri)	46
Gambar 4. 4 Hasil dari penjernihan menggunakan koagulan FeSO_4 (kiri). Sampel limbah (kanan)	46
Gambar 4. 5 Hasil instrumentasi turbidimeter terhadap sampel limbah sebelum diberikan perlakuan (kanan), sesudah diberi perlakuan(kiri)	47
Gambar 4. 6 Hasil dari penjernihan menggunakan koagulan FeSO_4 (kiri). Koagulan tawas (kanan)	47
Gambar 4. 7 Filtrat yang dihasilkan berupa padatan lilin.....	48
Gambar 4. 8 Sampul modul ajar	49
Gambar 4. 9 Hasil Pengembangan Peta Konsep.....	61
Gambar 4. 10 Struktur Makro yang dibuat	62
Gambar 4. 11 Grafik persentase cakupan dimensi spiritual dan sosial	88
Gambar 4. 12. Hasil Uji Kelayakan Kebahasaan.....	91
Gambar 4. 13. Kelayakan Penyajian.....	94
Gambar 4. 14 Lembar Refleksi dalam setiap kegiatan pembelajaran.....	94
Gambar 4. 15 Grafik Kelayakana Kefrafikan	98
Gambar 4. 16 LKPD yang Digunakan dalam Praktikum Penjernihan Limbah Batik	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Sifat Larutan, TKoloid, dan Suspensi.....	11
Tabel 2. 2 Jenis Koloid	16
Tabel 3. 1 Alur Penelitian	32
Tabel 3. 2 Alat dan bahan dalam prosedur	33
Tabel 3. 3 Teknik Pengumpulan Data	37
Tabel 3. 4 Kategori Kelayakan.....	41
Tabel 3. 5 Level Pemahaman.....	42
Tabel 3. 6 Interpretasi Uji Keterpahaman.....	42
Tabel 4. 1 Perbandingan Kurikulum Merdeka dan 2013.....	50
Tabel 4. 2 Indikator Pencapaian Kompetensi yang Telah Valid	51
Tabel 4. 3 Sumber Rujukan Materi Sistem Koloid.....	51
Tabel 4. 4 Label-Label Konsep yang Sudah Direviu.....	53
Tabel 4. 5 Uraian Konsep Materi yang Direviu.....	54
Tabel 4. 6 Uraian Pengembangan Konteks Substansi dengan Materi	57
Tabel 4. 7 Konteks Pedagogik Terkait Konsep/Materi.....	58
Tabel 4. 8 Instrumen Pengembangan Tiga level Representasi	63
Tabel 4. 9 Hasil Pengolahan dan Analisis Data Tahap Karakterisasi.....	73
Tabel 4. 10 Kisi-Kisi Reduksi Didaktik.....	74
Tabel 4. 11 Penjelasan Teks Sebelum dan Sesudah Reduksi	79
Tabel 4. 12. Aspek Kelayakan Isi	84
Tabel 4. 13 Aspek Kebahasaan.....	90
Tabel 4. 14. Uji Kelayakan Penyajian	92
Tabel 4. 15. Aspek Kelayakan Kegrafikan	95
Tabel 4. 16 Perbaikan Margin.....	99
Tabel 4. 17 Aspek Kelayakan Kontekstual.....	99
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Persentase Uji Kelayakan	101
Tabel 4. 19 Hasil Uji Keterpahaman	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Tahap Seleksi 4STMD	111
Lampiran 2. Instrumen Tahap Strukturisasi 4STMD	128
Lampiran 3. Tahap Karakterisasi	139
Lampiran 4. Reduksi Didaktik	172
Lampiran 5 Uji Kelayakan	183
Lampiran 6 Modul Final	211
Lampiran 7. Observasi dan Optimasi	211

DAFTAR PUSTAKA

- A.S Rosa dan M. Shalahuddin. 2011. *Rekayasa Perangkat Lunak (terstruktur dan berorientasi objek)*. Bandung: Modula
- Anwar, Sjaeful dan Sumarna, Omay. (2022). *Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadau Bermuatan Ethnoscience*. Bandung: Indonesia Emas Group.
- Anwar, S. (2023). *Metode Pengembangan Bahan Ajar FOUR STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT (4STMD)*. Bandung: Indonesia Emas Group
- Andani, dkk. (2021). *Ethnoscience-Based Student Worksheet Development to Improve Senior High School Student Creativity*.
- Apriyani. (2018). Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. 3(1). 21-29.
- Asrizal, H. A.–5. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Penemuan Mengintegrasikan Laboratorium Virtual dan Hots untuk Meningkatkan Hasil Pembelajaran Siswa SMA Kelas XI. *Prosiding Seminar Nasional Hibah Program Penugasan Dosen ke Sekolah (PDS)*, (pp. 49-57).
- Cecili, O., Sunday, A., Ngozi, O. (2023). Effect of Ethnochemistry Based Instructional Package on Students' Achievement in Chemistry. *International Journal of Education and Practice* 14(17).
- Faust, S.D., & Aly, O.M. (1998). *Chemistry of Water Treatment* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315139265>
- Freitas et al., 2015. Levedura seca integral na alimentação de vacas lactantes. *Feedipedia Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 67 (1): 211-220
- Gheraout D. (2019) Electrocoagulation Process: A Mechanistic Review at the Dawn of Its Modeling. *J Environ Sci Allied Res* 2019: 51-67
- Ismorningsih. (2020). Analisis Kualitas Dan Ketahanan Luntur Warna Batik Hasil Proses Reuse Sisa Larutan Celup Zat Warna Sintetis Golongan Bejana Menuju Green Industry. *Jurnal PENA*. 34 (01).

- Jauhari A. (2010). Pengaruh Pembelajaran Pemecahan Masalah Secara Kelompok Kooperatif Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan Fisika FMIPA UPI*. 15.
- Kemendikbud. (2016). Permendikbud No. 20 Tahun 2016 Tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Kemendikbud.
- Lolo, E., Pambudi, Y. (2020). Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Industri Tekstil Secara Koagulasi Flokulasi (Studi Kasus: IPAL Kampung Batik Laweyan, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia). *Serambi Engineering*. (5) (3).
- Maicá, P. F., Borba, M. R., & Wasielesky, W. (2012). Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water exchange super-intensive system. *Aquaculture Research*, 43, 361–370. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02838.x>
- Marfu'ah, S. & Anwar, S. (2018). How to develop SETS-based Colloidal System Teaching Material. *International Conference on Mathematics and Science Education*, 3, 298-303.
- Maulidiningsih, M. (2023). Model Pembelajaran Kontekstual pada Materi Kimia Hijau dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Tadris Kimia IAIN Syekh Nurjati Cirebon* 2(1). 11-18.
- Nesri, F. D. P., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 480. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2925>.
- Ningsih, D. A. (2017), *Uji Penurunan Kandungan Bod,Cod, Dan Warna Pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan Scirpus Grossus Dan Iris Pseudacorus Dengan Sistem Pemaparan Intermittent*, Skripsi, Surabaya, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November.
- Nursaadah. (2017). *Inventarisasi Pengetahuan Etnokimia Masyarakat Baduy Untuk Pembelajaran Kimia*. Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

- Paidi. (2010). Model Pemecahan Masalah Dalam Pembelajaran Biologi di SMA. *Artikel Seminar Nasional FMIPA Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Pehkonen, E.(1997). The State of Art in Mathematical Creativity. *Einführung: Mathematische Kreativität—eine Übersicht (ZDM)*, 29(3), 43.
- Pusat Perbukuan Kemendikbud, (2024). *Instrumen Penilaian dan Penelaahan*. Kemendikbud.
- P. Y. Sitanggang. Pengolahan Limbah Tekstil dan Batik di Indonesia. *Jurnal Institut Teknologi Bandung*, vol. 1, no. 1, pp. 1 - 11, 2017. Shidiq, A. S. (2016). Pembelajaran Sains Kimia Bermuatan Etnosains untuk Meningkatkan Minat dan Prestasi Belajar Siswa. *In Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VIII*.
- Rahmawati S, dan Nasution MY. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Bermuatan Masalah Terhadap Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pelita Pendidikan*. 4(2): 128-134.
- Rahmawati, Yuli & Ahmad Ridwan. (2017). *Empowering Students Chemistry Learning: The Integration of Ethnochemistry in Culturally Responsive Teaching*. Bulgarian Journal of Science Education. 26(6), 815.
- Redhana, I W. & Sudiatmaka, A. A. R. I. (2010). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Bermuatan Masalah dan Pertanyaan Socratic untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik SMP pada Mata Pelajaran IPA*. Laporan Penelitian (tidak diterbitkan). Singaraja: Undiksha.
- Reys, R.E., et.al. (1989). *Helping Children Learn Mathematics*. New Jersey : Prentice Hall Inc.
- Richey, R., & Klein, J. (2004). *Design and Development Research* (1st ed.). Taylor and Francis. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/1608666/design-and-development-research-methods-strategies-and-issues-pdf> (Original work published 2004)

- Rohasliney H., Subki N.S., 2011, A Preliminary Study on Batik Effluent in Kelantan State: A Water Quality Perspectiv. International Conference on Chemical, Biological, and Environment Science 2011, Bangkok, Thailand.
- Slavin, R.E. (1992). Research method in education, 2nd Ed. USA: Allyn and Bacon.
- You, H. S. (2017). Why teach science with an interdisciplinary approach: History, trends, and conceptual frameworks. *Journal of Education and Learning*, 6(4), 66-77.
- Sembiring, F.(2008). Manajemen Pengawasan Sanitasi Lingkungan dan Kualitas Bakteriologis pada Depot Air Minum Isi Ulang Kota Batam. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Siami, F., dkk. (2023). *Development of Integrated LKPD Ethnoscience Batik Semarang to Improve Students' Chemical Literacy*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. JPPIPA 9(10) (2023).
- Sinaga, M. (2019). Implementasi inovatifMateri pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi mahasiswatentang kimia. *Jurnal Farmasi India Pendidikan dan Penelitian (IJPER)*, 53(1), 28-41.
- Sudarmin. (2014). *Pendidikan Karakter, Etnosains dan Kearifan Lokal (Konsep dan Penerapannya dalam Penelitian dan Pembelajaran Sains)*.Semarang : Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang.
- Syaifullah, R., & Diliarosta, S. (2023). Development Of E-Module Based On Ethnoscience Approaches On Additive And Addictive Substance For Junior High School. *Science Education Journal*, 4(1), 38-46.
- Pertiwi, U. D., & Firdausi, U. Y. R. (2019). Upaya meningkatkan literasi sains melalui pembelajaran berbasis etnosains. *Indonesian Journal of Natural Sciemce Education (IJNSE)*, 02(01), 120–124. Retrieved from <https://rb.gy/e9k463>
- Wahyudiati, D., Rohaeti, E., Irwanto, Wiyarsi, A., & Sumardi, L. (2020). *Attitudes toward chemistry, selfefficacy, and learning experiences of pre-service chemistry teachers: Grade level and gender differences*. *International Journal of Instruction*, 13(1).

- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., Stanley, G. G.. (2010). *General chemistry*. 10th edition. USA: Thomson Brooks/Cole.
- Wijaya, A. P. (2017). *Pengembangan Modul Dengan Pendekatan Open Ended untuk Memfasilitasi Pencapaian Literasi Matematis*. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika. 6(2), 159–168.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v6i2.996>
- Zidny, Robby, and Ingo Eilks. (2022). *Learning about Pesticide Use Adapted from Ethnoscience as a Contribution to Green and Sustainable Chemistry Education*. *Education Sciences*. 12(4):227. <https://doi.org/10.3390/educsci12040227>