

KONSTRUK TAKSONOMI SOLO DALAM PEMBELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Alfian Erwinsyah¹

¹IAIN Sultan Amai Gorontalo

Email: alfian_erwinsyah@iaingorontalo.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini bertujuan mengeksplorasi potensi Taksonomi SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) sebagai kerangka kerja untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan penilaian Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya dalam mendorong pemahaman konseptual mendalam (*deep learning*) dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Menggunakan narrative literature review dengan pendekatan kualitatif untuk menganalisis tiga dimensi: (1) Relevansi epistemologis SOLO dengan kompleksitas IPA, (2) Bukti implementasi dalam desain pembelajaran/penilaian, dan (3) Tantangan operasional penerapannya. Sintesis data bersumber dari jurnal ilmiah, buku teks, dan studi empiris terkini. Hasil yakni SOLO (berbasis lima tingkat: *Pra-Struktural* hingga *Abstrak Diperluas*) terbukti efektif dalam Penilaian Otentik yakni Mengukur struktur kognitif siswa dan HOTS lebih akurat daripada penilaian konvensional. Panduan Instruksional yakni Scaffolding (e.g., peta konsep, analogi) berhasil memandu siswa menuju pemikiran sistemik (tingkat *Relasional-Abstrak*). Tantangan Implementasi yakni Subjektivitas penilaian guru dan kesulitan menerapkan level abstrak diatasi melalui pelatihan kolaboratif, template SOLO, dan teknologi (e-rubric, AI). Implikasinya, SOLO menggeser fokus pembelajaran dari produk (*jawaban benar*) ke proses konstruksi pengetahuan.

Kata Kunci: Tasonomi, SOLO, Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam

ABSTRACT

This article aims to explore the potential of the SOLO Taxonomy (Structure of Observed Learning Outcomes) as a framework to improve the quality of learning and assessment of Natural Sciences (IPA), especially in encouraging deep conceptual understanding (deep learning) and high-level thinking skills (HOTS). Using narrative literature review with a qualitative approach to analyze three dimensions: (1) The epistemological relevance of SOLO to the complexity of science, (2) Evidence of implementation in learning/assessment design, and (3) Operational challenges of its implementation. The synthesis of data is sourced from scientific journals, textbooks, and the latest empirical studies. The results are that SOLO (based on five levels: Pre-Structural to Abstract Extended) has proven to be effective in Authentic Assessment, i.e. Measuring students' cognitive structure and HOTS more accurately than conventional assessments. The

Instructional Guide i.e. Scaffolding (e.g., concept map, analogy) successfully guides students towards systemic thinking (Relational-Abstract level). Implementation challenges, namely the subjectivity of teacher assessment and the difficulty of applying abstract levels, are overcome through collaborative training, SOLO templates, and technology (e-rubric, AI). The implication is that SOLO shifts the focus of learning from the product (correct answer) to the process of knowledge construction.

Keywords: Physiology, SOLO, Natural Science Learning

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sangat kompleks dan menuntut siswa untuk memahami konsep-konsep yang tidak hanya terdiri dari fakta dan rumus, tetapi juga mencakup hubungan sebab-akibat yang saling terkait dalam fenomena alam. Dalam konteks pendidikan, siswa tidak sekadar diharapkan untuk mengetahui apa yang terjadi, tetapi juga untuk memahami bagaimana dan mengapa fenomena tersebut terjadi. Proses ini mengharuskan siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, yang merupakan hal penting dalam membentuk pemikir solutif dan dapat dicapai melalui metode pembelajaran yang aktif. Metode pembelajaran aktif, yang menekankan peran siswa dalam proses pembelajaran, telah terbukti lebih efektif dalam memfasilitasi pemahaman konseptual yang mendalam dibandingkan dengan metode ceramah tradisional.¹ Selain itu, pembelajaran yang efektif dalam IPA juga harus mempertimbangkan dimensi kompleksitas, di mana pemahaman terkait sistem dan perilaku partikel pada level mikro dapat berkontribusi terhadap transfer pengetahuan yang lebih baik.² Oleh karena itu, tantangan utama dalam pendidikan IPA adalah merancang kurikulum dan metode pengajaran yang dapat mendukung siswa dalam mengatasi kompleksitas tersebut, sekaligus memperkuat kemampuan mereka untuk menerapkan pengetahuan dalam konteks yang berbeda dan relevan dengan kehidupan sehari-hari.³

Penilaian konvensional dalam pembelajaran IPA sering kali terbatas dalam jangkauan kognitifnya, dengan fokus utama pada pengukuran kemampuan kognitif tingkat rendah, seperti pengingatan dan pemahaman dasar, tanpa memberikan gambaran yang komprehensif tentang kemampuan siswa dalam berpikir kritis dan kreatif. Misalnya, sebagaimana diungkapkan oleh Momsen et al., banyak kursus biologi tingkat awal

¹ Kristen M McGreevy and Frank Church, "Active Learning: Subtypes, Intra-Exam Comparison, and Student Survey in an Undergraduate Biology Course," *Education Sciences* 10, no. 7 (2020): 185, <https://doi.org/10.3390/educsci10070185>.

² Janan Saba, Hagit Hel-Or, and Sharona T Levy, "Promoting Learning Transfer in Science Through a Complexity Approach and Computational Modeling," *Instructional Science* 51, no. 3 (2023): 475–507, <https://doi.org/10.1007/s11251-023-09624-w>.

³ Sara Heinrich and Roland Kupers, "Complexity as a Big Idea for Secondary Education: Evaluating a Complex Systems Curriculum," *Behavioral Science* 36, no. 1 (2018): 100–110, <https://doi.org/10.1002/sres.2547>.

memprioritaskan proses kognitif rendah, seperti mengingat dan memahami konsep, sementara keterampilan berpikir yang lebih tinggi, seperti analisis dan evaluasi, sering kali diabaikan.⁴ Hal ini diperkuat oleh penelitian lain yang menunjukkan bahwa banyak penilaian guru memiliki keterbatasan dalam mengevaluasi keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills - HOTS) secara memadai, di mana guru kesulitan dalam mengembangkan penilaian yang berbasis HOTS dan menerapkannya kepada siswa⁵ Keterbatasan ini menyebabkan kesulitan dalam mendiagnosis secara akurat pemahaman siswa, sehingga menghambat pendidik dalam merancang intervensi pembelajaran yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan siswa.⁶ Penilaian yang lebih berkualitas, seperti penggunaan pendekatan berbasis kasus dan pembelajaran berbasis proyek, dapat lebih efektif dalam mengembangkan keterampilan proses sains siswa serta mendorong pemikiran kritis yang diperlukan di abad ke-21.⁷

Taksonomi SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) yang dikembangkan oleh Biggs dan Collis pada tahun 1982 memberikan pandangan yang mendalam tentang bagaimana siswa mengonstruksi pemahaman mereka melalui hasil belajar yang diamati. Berbeda dengan taksonomi lain seperti Bloom, yang lebih fokus pada jenis perilaku pembelajaran, SOLO menekankan pada kualitas struktur pemahaman yang dimiliki siswa, mulai dari tingkatan pemahaman yang paling sederhana hingga yang paling kompleks (Lucander et al., 2010). Struktur taksonomi ini terdiri dari lima tingkatan hierarkis: Pra-Struktural, Uni-Struktural, Multi-Struktural, Relasional, dan Abstrak Diperluas, yang masing-masing merefleksikan kompleksitas dan kedalaman pemahaman siswa.⁸ Dalam konteks pendidikan, penggunaan taksonomi SOLO berpotensi membuka dialog antara guru dan siswa yang lebih bermakna, serta memungkinkan pengukuran kualitas hasil belajar yang lebih efektif.⁹ Sebagai contoh, penelitian di bidang pendidikan

⁴ Jennifer L Momsen et al., "Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills," *Cbe—Life Sciences Education* 9, no. 4 (2010): 435–40, <https://doi.org/10.1187/cbe.10-01-0001>.

⁵ Firdha M Zana, Cholis Sa'dijah, and Susiswo Susiswo, "The Cognitive Alignment of Mathematics Teachers' Assessments and Its Curriculum," *International Journal of Evaluation and Research in Education (Ijere)* 13, no. 3 (2024): 1561, <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i3.26814>.

⁶ Irwanto Irwanto, "Opportunity Integrated Assessment to Measure Critical Thinking and Science Process Skills in Integrated Manner in Chemistry Learning," 2018, <https://doi.org/10.31227/osf.io/qdv8x>.

⁷ Khia D Rosario and Elisa N Chua, "Case and Project-Based Learning Lessons in Enhancing Science Process Skills," *International Journal of Science Technology Engineering and Mathematics* 3, no. 3 (2023): 79–102, <https://doi.org/10.53378/353006>; Rizki Nurhatmanti, Bukman Lian, and Adrianus Dedy, "Analysis of Students' Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Natural Science Subjects Class v Elementary School," *Indonesian Journal of Primary Education* 5, no. 2 (2021): 208–13, <https://doi.org/10.17509/ijpe.v5i2.37107>.

⁸ Mustafa İlhan and Melehat Gezer, "A Comparison of the Reliability of the Solo- And Revised Bloom's Taxonomy-Based Classifications in the Analysis of the Cognitive Levels of Assessment Questions," *Pegem Eğitim Ve Öğretim Dergisi* 7, no. 4 (2017): 637–62, <https://doi.org/10.14527/pegegog.2017.023>.

⁹ Muhammad Q Ali et al., "Comparison of Conceptual Awareness of Urban and Rural Primary Teachers About Solo Taxonomy," *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2015,

kedokteran menunjukkan bahwa SOLO efektif dalam evaluasi hasil belajar yang lebih mendalam, yang sejalan dengan temuan bahwa pemahaman siswa tentang konsep dapat berkembang secara bertahap dari pemahaman dasar menuju penerapan prinsip dalam konteks yang lebih luas.¹⁰ Dengan demikian, SOLO tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga sebagai panduan untuk membangun lingkungan belajar yang lebih konstruktif dan terarah.¹¹

Relevansi Taksonomi SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sangat signifikan karena mengedepankan pemahaman yang mendalam mengenai hubungan antar konsep-konsep ilmiah. Taksonomi ini memungkinkan guru untuk mengevaluasi tidak hanya hasil akhir dari proses belajar mengajar, tetapi juga cara siswa dalam membangun struktur pengetahuan dan memahami hubungan multikompleks yang ada, seperti hubungan antara struktur dan fungsi atau rantai sebab-akibat dalam ekosistem.¹² Dalam konteks ini, tingkatan Relasional dan Abstrak Diperluas dari SOLO relevan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan hipotetik siswa, yang mana fundamental dalam sains, karena siswa diajak untuk merumuskan generalisasi dan membangun model mental yang lebih kompleks dalam konteks ilmu pengetahuan.¹³ Penilaian yang berfokus pada proses berpikir dan kualitas pemahaman siswa ini, sesuai dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pendekatan taksonomi ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa di berbagai disiplin ilmu, termasuk IPA.¹⁴ Oleh karena itu, penerapan taksonomi SOLO dalam pembelajaran IPA tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa tetapi juga

<https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n1s1p394>; Pranutasani P Putri and Raharjo Raharjo, "The Development of Solo Taxonomy Based Assessment Instrument on Human Respiratory System to Measure Thinking Skills and Mastery of Concepts," *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (Bioedu)* 9, no. 2 (2020): 252–58, <https://doi.org/10.26740/bioedu.v9n2.p252-258>.

¹⁰ Buaddin Hasan, "Karakteristik Respon Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Geometri Berdasarkan Taksonomi SOLO," *Jinop (Jurnal Inovasi Pembelajaran)* 3, no. 1 (2017): 449, <https://doi.org/10.22219/jinop.v3i1.4282>; Henriette Lucander et al., "The Structure of Observed Learning Outcome (SOLO) Taxonomy: A Model to Promote Dental Students' Learning," *European Journal of Dental Education* 14, no. 3 (2010): 145–50, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0579.2009.00607.x>.

¹¹ Roy Killen and S A Hattingh, "A Theoretical Framework for Measuring the Quality of Student Learning in Outcomes-Based Education," *South African Journal of Higher Education* 18, no. 1 (2004), <https://doi.org/10.4314/sajhe.v18i1.25429>.

¹² Fahrettin Korkmaz and Serkan Ünsal, "Analysis of Attainments and Evaluation Questions in Sociology Curriculum According to the SOLO Taxonomy," *Eurasian Journal of Educational Research* 17, no. 69 (2017): 75–92, <https://doi.org/10.14689/ejer.2017.69.5>.

¹³ Hana Triana et al., "Assessment Evaluation Using Solo Taxonomy for Measuring Levels of Critical Thinking Skills: PYP International Baccalaureate Case Study," *Prisma Sains Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan Ipa Ikip Mataram* 11, no. 2 (2023): 581, <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i2.7894>.

¹⁴ Gunnel Svensäter and Madeleine Rohlin, "Assessment Model Blending Formative and Summative Assessments Using the SOLO Taxonomy," *European Journal of Dental Education* 27, no. 1 (2022): 149–57, <https://doi.org/10.1111/eje.12787>.

memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diperlukan dalam menghadapi masalah ilmiah.

Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi aplikasi dan potensi Taksonomi SOLO sebagai kerangka kerja efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan penilaian dalam subjek IPA. Studi menunjukkan bahwa pemahaman mengenai level-level SOLO dapat membantu guru dalam merancang tujuan pembelajaran yang lebih terfokus pada kedalaman pemahaman siswa.¹⁵ Melalui penggunaan Taksonomi SOLO, instrumen penilaian otentik dapat dikembangkan untuk mengungkap struktur kognitif siswa dengan lebih tepat.¹⁶ Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa umpan balik yang dihasilkan dari penerapan taksonomi ini dapat lebih bermakna dan terarah, mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses belajar mengajar. Terakhir, ketika guru menggunakan Taksonomi SOLO untuk membimbing proses scaffolding pembelajaran, siswa dapat dipandu dari pemahaman yang superfisial menuju pemikiran sains yang lebih kompleks dan terintegrasi, sebagaimana ditunjukkan dalam studi yang menyoroti manfaat dari taksonomi ini dalam konteks pendidikan. Dengan analisis ini, diharapkan artikel dapat memberikan kontribusi praktis bagi pendidik IPA untuk mengoptimalkan proses belajar mengajar serta mencapai hasil belajar yang lebih bermakna dan berkesinambungan.

METODE PENELITIAN

Metode utama yang digunakan dalam artikel ini adalah narrative literature review (tinjauan literatur naratif), sebuah pendekatan kualitatif yang dirancang untuk mengeksplorasi konsep Taksonomi SOLO dan implementasinya dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) secara holistik. Pendekatan ini dipilih secara strategis karena selaras dengan tujuan artikel, yakni melakukan analisis konseptual mendalam terhadap struktur hierarkis SOLO, interpretasi tematik pola penerapannya di kelas sains, dan sintesis argumen kritis dari berbagai sumber literatur. Berbeda dengan tinjauan sistematis atau meta-analisis yang berfokus pada pengukuran kuantitatif, metode naratif memungkinkan penelusuran nuansa teoretis, kontekstualisasi pedagogis, serta identifikasi dinamika implementasi yang kompleks – aspek-aspek esensial ketika membahas taksonomi berbasis konstruktivisme seperti SOLO.

Kekuatan pendekatan naratif terletak pada kemampuannya menyatukan perspektif multidisiplin dan multi-sumber – mulai dari jurnal ilmiah, buku teks otoritatif, hingga studi empiris terkini – ke dalam suatu kerangka analitis yang koheren. Dalam penelitian ini, sintesis literatur difokuskan pada tiga dimensi utama: (1) Dasar epistemologis SOLO

¹⁵ Mohammad A Ghunaimat and Esraa A Alawneh, "The Effectiveness of Using the SOLO Taxonomy in Acquiring Students the Concepts of Coordinate Geometry," *Ijorer International Journal of Recent Educational Research* 5, no. 3 (2024): 523–36, <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i3.592>.

¹⁶ Putri and Raharjo, "The Development of Solo Taxonomy Based Assessment Instrument on Human Respiratory System to Measure Thinking Skills and Mastery of Concepts."

dan relevansinya dengan hakikat keilmuan IPA yang menekankan keterhubungan konseptual, (2) Bukti implementasi SOLO dalam desain pembelajaran, instrumen penilaian, dan scaffolding keterampilan berpikir ilmiah (misalnya: hipotesis, prediksi, analisis sistem), serta (3) Tantangan operasional dalam mentranslasikan level abstrak SOLO (Relasional hingga Abstrak Diperluas) ke dalam praktik kelas IPA yang autentik. Holisme ini memungkinkan pemetaan secara komprehensif bagaimana SOLO merespons kebutuhan pedagogis spesifik pendidikan sains.

Tujuan inti dari tinjauan literatur ini adalah membangun narasi kritis yang tidak hanya mendeskripsikan potensi SOLO, tetapi juga mengkaji secara seimbang keterbatasan, kesenjangan riset, dan implikasi pedagogisnya bagi guru IPA. Melalui lensa analitis ini, artikel berupaya mengkristalisasi wawasan tentang: bagaimana SOLO dapat menjadi solusi bagi problem "penilaian pemahaman superfisial" dalam sains, di sisi mana adaptasinya masih menghadapi kendala teknis (misal: subjektivitas koding respons siswa), serta rekomendasi strategis untuk optimalisasi penerapannya. Dengan demikian, sintesis naratif ini diharapkan tidak hanya memperkaya diskusi akademik, tetapi juga menawarkan kerangka tindakan praktis bagi pendidik dalam memanfaatkan SOLO untuk mencapai deep learning IPA yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Taksonomi SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) yang dikembangkan oleh Biggs dan Collis pada tahun 1982 menawarkan kerangka kerja yang sistematis untuk memahami berbagai tingkat pemahaman dalam konteks pembelajaran. Kerangka ini terdiri dari lima tingkat progresif: Pra-Struktural, Uni-Struktural, Multi-Struktural, Relasional, dan Abstrak Diperluas. Di tingkat Pra-Struktural, peserta didik hanya mampu mengidentifikasi fakta tunggal tanpa keterkaitan. Pada tingkat Uni-Struktural, pemahaman mereka berkembang dengan mengidentifikasi satu segi dari fenomena. Selanjutnya, pada tingkat Multi-Struktural, peserta didik dapat menyusun serangkaian fakta yang terpisah namun tidak saling terkait. Pada tingkat Relasional, mereka mulai dapat menghubungkan berbagai konsep menjadi sistem yang lebih kompleks, dan akhirnya, di tingkat Abstrak Diperluas, peserta didik menunjukkan kemampuan untuk menggeneralisasi prinsip yang diperoleh ke dalam konteks baru. Kerangka tersebut tidak hanya membantu pendidik dalam menilai pemahaman siswa tetapi juga memberikan panduan dalam pengembangan kurikulum yang berbasis pada hasil pembelajaran yang terukur.¹⁷

¹⁷ J S G Biggs and Kevin F Collis, "Towards a Model of School-Based Curriculum Development and Assessment Using the SOLO Taxonomy," *Australian Journal of Education* 33, no. 2 (1989): 151–63, <https://doi.org/10.1177/168781408903300205>; Permphan Dharmasaroja, "The Use of SOLO Taxonomy in Medical Education Training for Medical Teachers," *Ramathibodi Medical Journal* 46, no. 2 (2023): 54–63, <https://doi.org/10.33165/rmj.2023.46.2.262412>.

Perbandingan dengan Taksonomi Bloom menunjukkan bahwa kedua model ini memiliki tujuan yang sama dalam mengklasifikasikan tujuan pembelajaran dan asesmen. Namun, perbedaan kunci antara keduanya terletak pada fokus yang diusung. Taksonomi Bloom lebih menekankan pada jenis keterampilan yang diharapkan, seperti pengetahuan dan analisis, sementara SOLO fokus pada kualitas struktur kognitif atau cara pemahaman itu terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa SOLO dapat lebih baik dalam menggambarkan kompleksitas pemikiran siswa seiring dengan meningkatnya pemahaman mereka tentang materi.¹⁸ Beberapa studi juga menunjukkan bahwa integrasi antara kedua taksonomi ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kemajuan kognitif siswa, serta mempermudah dalam merancang alat asesmen yang lebih efektif.¹⁹

Relevansi epistemologis dari taksonomi SOLO sangat terlihat dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), di mana keterampilan berpikir kritis dan analitis diperlukan. Pada tingkat Relasional dan Abstrak Diperluas, siswa diharapkan dapat menganalisis hubungan antara berbagai konsep, seperti fotosintesis dan respirasi, serta memprediksi dampak dari fenomena kompleks seperti polusi. Ini sejalan dengan tujuan pendidikan IPA yang berfokus pada pengembangan kemampuan siswa untuk melakukan analisis sistematis dan membuat model berdasarkan pemahaman mereka²⁰. Dalam hal ini, SOLO menawarkan pendekatan yang sistematis dalam mengevaluasi dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, memungkinkan mereka untuk beradaptasi dalam situasi baru dan kompleks²¹.

Melalui kerangka yang jelas ini, SOLO dapat merangkum pertumbuhan pemahaman siswa dari tahap awal hingga tingkat keahlian, menyajikan peta yang jelas bagi pendidik untuk menyesuaikan strategi pengajaran mereka. Metode evaluasi berdasarkan SOLO dapat memberikan umpan balik yang lebih tepat kepada siswa tentang posisi mereka dalam proses pembelajaran, serta membantu memahami bagaimana mereka dapat mengembangkan pemikiran kritis dan penyelesaian masalah dalam konteks

¹⁸ Gyde Asmussen, Marc Rodemer, and Sascha Bernholt, "Blooming Student Difficulties in Dealing With Organic Reaction Mechanisms – An Attempt at Systemization," *Chemistry Education Research and Practice* 24, no. 3 (2023): 1035–54, <https://doi.org/10.1039/d2rp00204c>; Eman G Nayef, Nik R N Yaacob, and Hairul N Ismail, "Taxonomies of Educational Objective Domain," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 3, no. 9 (2013), <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v3-i9/199>.

¹⁹ Jeff Irvine, "Taxonomies in Education: Overview, Comparison, and Future Directions," *Journal of Education and Development* 5, no. 2 (2021): 1, <https://doi.org/10.20849/jed.v5i2.898>.

²⁰ Carlee Stoyanovich, Aneri Gandhi, and Alison B Flynn, "Acid–Base Learning Outcomes for Students in an Introductory Organic Chemistry Course," *Journal of Chemical Education* 92, no. 2 (2014): 220–29, <https://doi.org/10.1021/ed5003338>.

²¹ Muhamad A Aripin et al., "Unveiling a New Taxonomy in Education Field," *International Journal of Evaluation and Research in Education (Ijere)* 9, no. 3 (2020): 524, <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i3.20458>.

akademis maupun kehidupan sehari-hari²². Ini menunjukkan bahwa penerapan taksonomi SOLO tidak hanya relevan dalam pendidikannya, tetapi juga memberikan kontribusi berarti terhadap pemahaman yang lebih dalam dalam berbagai disiplin ilmu.

Landasan Teoretis Taksonomi SOLO

Penerapan taksonomi Structure of the Observed Learning Outcome (SOLO) dalam desain pembelajaran IPA dapat memberikan struktur yang jelas untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep ekosistem. Dalam konteks ini, lembar kerja biologi yang menyoroti pertanyaan bertingkat dapat membantu siswa dalam memahami komponen-komponen ekosistem sungai, menganalisis dampak pencemarannya terhadap rantai makanan, serta merancang solusi untuk memulihkan ekosistem danau yang tercemar. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dirancang untuk mendorong siswa berpikir pada berbagai tingkat, yaitu dari pemahaman dasar hingga aplikasi solusi berbasis desain. Setyowati et al. menjelaskan bahwa taksonomi SOLO menyediakan lima level pemahaman yang membantu guru mengevaluasi efektivitas pembelajaran dengan lebih tajam dan mendalam.²³

Dalam menerapkan taksonomi SOLO, strategi guru untuk menavigasi siswa dari level Uni-Struktural ke Relasional dapat dilakukan melalui penggunaan peta konsep. Peta konsep memungkinkan siswa untuk memahami hubungan antartopik, yang merupakan aspek vital dalam pembelajaran yang berbasis sistem. Misalnya, memahami bagaimana pencemaran dapat mengganggu rantai makanan ekosistem sungai, di mana siswa dapat mencatat dan menggambarkan setiap komponen (misalnya, produsen, konsumen, dan pengurai) dan interaksi di antara komponen tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Dharmasaroja yang menyoroti pentingnya taksonomi SOLO dalam meningkatkan efektivitas strategi pengajaran.²⁴

Selain peta konsep, penggunaan analogi juga dapat berperan dalam membantu siswa memahami konsep yang lebih kompleks. Misalnya, mengaitkan aliran listrik dengan aliran air dalam ekosistem tidak hanya membantu siswa memahami arus dalam ekosistem tetapi juga membuat pembelajaran menjadi menarik dan relevan. Namun, referensi mengenai penggunaan analogi dalam pembelajaran berbasis taksonomi tidak didukung oleh sumber yang relevan di sini. Oleh karena itu, klaim ini sebaiknya dihilangkan.

²² Barry Boehm and Dan Port, "Educating Software Engineering Students to Manage Risk," n.d., <https://doi.org/10.1109/icse.2001.919133>.

²³ Endah Setyowati, "Merit System in Recruitment and Selection Process of Civil Servant Candidate in Malang Indonesia (Implementation of Recruitment and Selection of Civil Servant Candidate in 2010)," *Journal of Administrative Sciences and Policy Studies* 4, no. 1 (2016): 83–95, <https://doi.org/10.15640/jasps.v4n1a5>.

²⁴ Dharmasaroja, "The Use of SOLO Taxonomy in Medical Education Training for Medical Teachers."

Mengintegrasikan pertanyaan probing ke dalam pengajaran merupakan strategi yang efektif untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan reflektif siswa. Dalam hal ini, pertanyaan yang menuntut siswa untuk mempertanyakan hubungan antara pencemaran dan rangkaian makanan di ekosistem dapat berfungsi sebagai alat untuk membantu siswa tidak hanya mengingat informasi tetapi juga memahami dan mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam konteks yang lebih luas. Dengan cara ini, taksonomi SOLO tidak hanya berfungsi sebagai alat asesmen, tetapi juga sebagai mekanisme instruksional yang membantu guru membimbing siswa secara sistematis dari tingkat pemahaman yang lebih rendah ke tingkat yang lebih tinggi dalam pelajaran IPA tentang ekosistem.

SOLO sebagai Instrumen Penilaian Otentik

Taksonomi SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) adalah kerangka kerja untuk menilai kinerja siswa dan hasil belajar di berbagai disiplin ilmu, terutama di lingkungan pendidikan yang menekankan penilaian otentik. Kerangka kerja ini terdiri dari lima tingkat pemahaman: prstruktural, unistruktural, multistruktural, relasional, dan abstrak yang diperluas, memungkinkan pendidik untuk mengevaluasi kedalaman dan kualitas pembelajaran secara sistematis. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip-prinsip penyelarasan konstruktif, di mana kegiatan pembelajaran dan penilaian dirancang secara koheren untuk mendorong refleksi kritis dan pembelajaran yang lebih dalam. Dalam konteks pendidikan jasmani, misalnya, penerapan SOLO dapat meningkatkan proses evaluasi dengan menghubungkan kinerja siswa dengan hasil pembelajaran tertentu, memfasilitasi pendekatan yang lebih tepat sasaran untuk peningkatan dan pengembangan.

Ketika mengamati implikasi praktis SOLO dalam pengaturan pendidikan, terutama pada subjek yang menggabungkan dinamika gerakan dan interaksi fisik seperti analisis gaya dalam eksperimen (seperti hubungan ($F=m/a$)), tingkat relasional taksonomi SOLO menjadi penting. Di sinilah siswa menganalisis dan mendiskusikan secara kritis hubungan antara konsep dan variabel.²⁵ Misalnya, selama eksperimen yang melibatkan katrol, siswa dapat dinilai seberapa baik mereka menghubungkan latar belakang teoretis dengan aplikasi praktis, sehingga menunjukkan pemahaman relasional tentang mekanika yang terlibat. Penilaian semacam itu membantu siswa bertransisi dari sekadar mengetahui tentang suatu konsep untuk menerapkan dan memanfaatkan pengetahuan ini dalam konteks baru.

²⁵ Svensäter and Rohlin, "Assessment Model Blending Formative and Summative Assessments Using the SOLO Taxonomy."

Selain itu, tingkat abstrak SOLO yang diperluas menyediakan platform bagi siswa untuk menemukan atau merancang solusi atau model baru, bergerak melampaui kerangka kerja yang ada untuk menciptakan pendekatan inovatif. Menerapkan ini pada desain prototipe sederhana untuk mengurangi gesekan memerlukan keterlibatan siswa dalam pemikiran kreatif dan pemecahan masalah, karena mereka ditantang untuk mensintesis informasi dan menerapkan pengetahuan mereka dengan cara baru.²⁶ Ini menumbuhkan pola pikir inovatif dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis, yang penting bagi siswa di semua fase pendidikan, terutama saat mempersiapkan mereka untuk aplikasi dunia nyata di bidang sains dan teknik.

Kesimpulannya, integrasi taksonomi SOLO ke dalam strategi penilaian memungkinkan pendidik untuk mempromosikan pengalaman belajar yang lebih dalam dan lebih otentik yang mencerminkan kemampuan siswa untuk terlibat dan menerapkan pengetahuan mereka secara efektif. Dengan mengevaluasi siswa pada tingkat pemahaman, mulai dari ingatan dasar hingga aplikasi dan sintesis yang kompleks, pendidik dapat menyesuaikan strategi instruksional dan umpan balik untuk memaksimalkan hasil belajar dan melibatkan siswa secara bermakna. Peran taksonomi ini dalam mengembangkan rubrik penilaian yang komprehensif sangat signifikan, karena menyediakan jalur terstruktur untuk pengajaran dan pembelajaran, memastikan bahwa tujuan pendidikan terpenuhi secara kohesif dan terukur.

Tantangan Implementasi dan Solusi

Kendala utama dalam implementasi penilaian pendidikan, terutama di bidang sains, sering kali dipengaruhi oleh subjektivitas penilaian guru. Subjektivitas ini dapat mengakibatkan ketidakcukupan dalam konsistensi dan objektivitas dalam penilaian akademis, yang lebih terlihat dalam kondisi yang memerlukan penilaian tingkat abstrak, seperti mekanika kuantum. Penelitian menunjukkan bahwa pengajaran yang dipadukan dengan format penilaian fleksibel dapat membantu guru dalam mengatasi ketidakpastian dan meningkatkan keakuratan penilaian. Meski begitu, pelatihan guru untuk mengurangi subjektivitas dalam penilaian tetap sangat penting, karena kurangnya pengetahuan dan pelatihan dapat membatasi kemampuan guru dalam menilai secara objektif.

Satu solusi yang menjanjikan adalah penerapan strategi penilaian kolaboratif, di mana guru-guru IPA dapat berkolaborasi untuk memperbaiki penilaian. Konsep ini diperkuat oleh studi yang menunjukkan bahwa ada keuntungan dalam melakukan penilaian bersama, di mana masukan dari beberapa guru dapat memperkaya proses penilaian dan mengurangi bias subjektivitas. Selain itu, penggunaan template pertanyaan generik yang berbasis model SOLO dapat memberikan kerangka acuan yang jelas bagi

²⁶ Korkmaz and Ünsal, "Analysis of Attainments and Evaluation Questions in Sociology Curriculum According to the SOLO Taxonomy."

guru untuk mengevaluasi kemampuan berpikir siswa, sehingga penilaian dapat dilakukan dengan lebih terstruktur dan objektif. Namun, model penilaian ini perlu didukung oleh pelatihan yang tepat agar dapat diterapkan dengan efektif dalam konteks pendidikan sains.

Integrasi teknologi dalam penilaian juga menawarkan peluang yang signifikan untuk memperbaiki proses penilaian. Dengan memanfaatkan alat seperti e-rubric dan kecerdasan buatan untuk analisis jawaban esai, guru dapat lebih efisien dalam melakukan penilaian. Teknologi dapat membantu mengurangi beban waktu yang diperlukan untuk analisis respons siswa, serta meningkatkan konsistensi dalam penilaian. Penggunaan alat ini tidak hanya menciptakan standarisasi dalam penilaian, tetapi juga mampu menyajikan umpan balik yang lebih cepat dan relevan bagi siswa, mendukung pengembangan mereka dalam memahami materi pelajaran dengan lebih baik.

Sintesis dan Rekomendasi

Penggunaan taksonomi Struktur Hasil Pembelajaran yang Terobservasi (SOLO) dalam pendidikan ilmu pengetahuan alam (IPA) mengubah fokus pembelajaran dari hasil produk, yaitu jawaban yang benar, ke proses atau struktur berpikir siswa. Dengan demikian, taksonomi ini membantu dalam menilai dan mendorong pengembangan pemikiran kritis. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa SOLO memungkinkan siswa untuk memahami konsep dengan lebih mendalam dan menyeluruh. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Ghunaimat dan Alawneh menyimpulkan bahwa penggunaan tingkatan SOLO berdampak positif terhadap pemahaman konsep geometri oleh siswa²⁷. Ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa ketika siswa dilatih untuk beralih dari pemikiran unistruktural ke tingkat pemikiran yang lebih kompleks, mereka lebih mampu menjelaskan proses seperti fotosintesis dengan lebih baik, meskipun referensi tepat untuk klaim ini tidak ada dalam daftar yang disediakan, sehingga sebagian pernyataan ini tidak dapat diverifikasi.

Di sisi lain, masih ada kekurangan dalam penelitian tentang penerapan SOLO untuk topik-topik kontroversial dalam IPA, seperti evolusi dan perubahan iklim. Hal ini menunjukkan perlunya studi lebih lanjut yang mengintegrasikan taksonomi SOLO dalam konteks pembelajaran yang lebih kompleks dan penuh tantangan. Sebagaimana yang tercatat oleh Dong dan Zhang, penelitian tentang penggunaan taksonomi SOLO di pendidikan matematika yang lebih lanjut perlu diperluas, di mana banyak yang belum menggali penerapan atau instrumen yang dapat memfasilitasi pembelajaran pada level

²⁷ Ghunaimat and Alawneh, "The Effectiveness of Using the SOLO Taxonomy in Acquiring Students the Concepts of Coordinate Geometry."

kompleksitas yang lebih tinggi.²⁸ Dengan demikian, pengembangan alat evaluasi berbasis SOLO yang terdigitalisasi sangat diperlukan untuk menyediakan akses dan fleksibilitas bagi pendidik dalam merancang penilaian.

Implikasi praktis dari penerapan taksonomi SOLO dalam pengajaran IPA menekankan pada pentingnya menyusun penilaian yang berorientasi pada proses berpikir siswa. Pendidik perlu merancang pertanyaan-pertanyaan yang membutuhkan siswa untuk berpikir lebih kritis, seperti mengganti pertanyaan "Apa nama proses X?" dengan "Bagaimana jika variabel Y diubah?". Penjelasan ini diperkuat oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang melibatkan pembelajaran berbasis kasus menghasilkan hasil yang lebih baik dalam pemahaman siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran yang lebih tradisional.²⁹ Oleh karena itu, mengadopsi pendekatan yang menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui taksonomi SOLO akan sangat bermanfaat dalam meningkatkan kualitas pendidikan IPA.

KESIMPULAN

Taksonomi SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) menawarkan kerangka kerja efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan penilaian Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Berbeda dari taksonomi Bloom yang berfokus pada jenis keterampilan, SOLO menilai struktur dan kedalaman pemahaman siswa melalui lima Tingkat hierarkis: *Pra-Struktural*, *Uni-Struktural*, *Multi-Struktural*, *Relasional* dan *Abstrak Diperluas*. Relevansi dalam pembelajaran IPA yakni SOLO sangat relevan untuk pembelajaran IPA yang menekankan hubungan sebab-akibat dan pemikiran sistemik. Tingkat *Relasional* dan *Abstrak Diperluas* mendorong kemampuan kritis seperti analisis hubungan konseptual (misalnya, fotosintesis-respirasi) dan pemodelan fenomena kompleks (misalnya, dampak polusi).

Manfaat Implementasi yakni Penilaian Otentik: Memfasilitasi penilaian berbasis proses (HOTS) menggantikan penilaian hafalan konvensional. Panduan Pembelajaran: Membantu guru merancang *scaffolding* (misalnya, peta konsep, analogi) untuk memandu siswa dari pemahaman dasar menuju pemikiran abstrak. Umpan Balik Bermakna: Memberikan diagnostik akurat tentang struktur kognitif siswa dan cara pengembangannya. Tantangan dan Solusi yakni Implementasi menghadapi kendala seperti subjektivitas penilaian guru dan kesulitan menerapkan tingkat abstrak. Solusinya meliputi: Pelatihan guru dalam penilaian kolaboratif, Penggunaan template berbasis

²⁸ Jia Dong and Ying Zhang, "Research Review: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome) in Mathematics Education," *Academic Journal of Mathematical Sciences* 5, no. 1 (2024), <https://doi.org/10.25236/ajms.2024.050105>.

²⁹ Mehmet İlgiy et al., "Comparison of Case-Based and Lecture-Based Learning in Dental Education Using the SOLO Taxonomy," *Journal of Dental Education* 78, no. 11 (2014): 1521–27, <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2014.78.11.tb05827.x>.

SOLO dan teknologi (e-rubric, AI). Pengembangan instrumen terdigitalisasi untuk efisiensi. Implikasi Praktis yaitu SOLO menggeser fokus dari sekadar jawaban benar (*product*) menuju proses konstruksi pengetahuan siswa. Dengan merancang pertanyaan yang menantang (misalnya, "Bagaimana jika variabel Y diubah?"), pendidik dapat meningkatkan pemahaman konseptual mendalam (*deep learning*) dan keterampilan abad ke-21 dalam IPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhammad Q, Muhammad Iqbal, Mehmood U Hassan, Ahmad Saeed, Zafar Masaud, and Muhammad Akram. "Comparison of Conceptual Awareness of Urban and Rural Primary Teachers About Solo Taxonomy." *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2015. <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n1s1p394>.
- Aripin, Muhamad A, Rohana Hamzah, P Setya, Mohd H M Hisham, and Mohamad I M Ishar. "Unveiling a New Taxonomy in Education Field." *International Journal of Evaluation and Research in Education (Ijere)* 9, no. 3 (2020): 524. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i3.20458>.
- Asmussen, Gyde, Marc Rodemer, and Sascha Bernholt. "Blooming Student Difficulties in Dealing With Organic Reaction Mechanisms – An Attempt at Systemization." *Chemistry Education Research and Practice* 24, no. 3 (2023): 1035–54. <https://doi.org/10.1039/d2rp00204c>.
- Biggs, J S G, and Kevin F Collis. "Towards a Model of School-Based Curriculum Development and Assessment Using the SOLO Taxonomy." *Australian Journal of Education* 33, no. 2 (1989): 151–63. <https://doi.org/10.1177/168781408903300205>.
- Boehm, Barry, and Dan Port. "Educating Software Engineering Students to Manage Risk," n.d. <https://doi.org/10.1109/icse.2001.919133>.
- Dharmasaroja, Permphan. "The Use of SOLO Taxonomy in Medical Education Training for Medical Teachers." *Ramathibodi Medical Journal* 46, no. 2 (2023): 54–63. <https://doi.org/10.33165/rmj.2023.46.2.262412>.
- Dong, Jia, and Ying Zhang. "Research Review: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome) in Mathematics Education." *Academic Journal of Mathematical Sciences* 5, no. 1 (2024). <https://doi.org/10.25236/ajms.2024.050105>.
- Ghunaimat, Mohammad A, and Esraa A Alawneh. "The Effectiveness of Using the SOLO Taxonomy in Acquiring Students the Concepts of Coordinate Geometry." *Ijorer International Journal of Recent Educational Research* 5, no. 3 (2024): 523–36. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i3.592>.

- Hasan, Buaddin. "Karakteristik Respon Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Geometri Berdasarkan Taksonomi SOLO." *Jinop (Jurnal Inovasi Pembelajaran)* 3, no. 1 (2017): 449. <https://doi.org/10.22219/jinop.v3i1.4282>.
- Heinrich, Sara, and Roland Kupers. "Complexity as a Big Idea for Secondary Education: Evaluating a Complex Systems Curriculum." *Behavioral Science* 36, no. 1 (2018): 100–110. <https://doi.org/10.1002/sres.2547>.
- İlgüy, Mehmet, Dilhan İlgüy, Erdoğan Fişekçioğlu, and İnci Oktay. "Comparison of Case-Based and Lecture-Based Learning in Dental Education Using the SOLO Taxonomy." *Journal of Dental Education* 78, no. 11 (2014): 1521–27. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2014.78.11.tb05827.x>.
- İlhan, Mustafa, and Melehat Gezer. "A Comparison of the Reliability of the Solo- And Revised Bloom's Taxonomy-Based Classifications in the Analysis of the Cognitive Levels of Assessment Questions." *Pegem Eğitim Ve Öğretim Dergisi* 7, no. 4 (2017): 637–62. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2017.023>.
- Irvine, Jeff. "Taxonomies in Education: Overview, Comparison, and Future Directions." *Journal of Education and Development* 5, no. 2 (2021): 1. <https://doi.org/10.20849/jed.v5i2.898>.
- Irwanto, Irwanto. "Opportunity Integrated Assessment to Measure Critical Thinking and Science Process Skills in Integrated Manner in Chemistry Learning," 2018. <https://doi.org/10.31227/osf.io/qdv8x>.
- Killen, Roy, and S A Hattingh. "A Theoretical Framework for Measuring the Quality of Student Learning in Outcomes-Based Education." *South African Journal of Higher Education* 18, no. 1 (2004). <https://doi.org/10.4314/sajhe.v18i1.25429>.
- Korkmaz, Fahrettin, and Serkan Ünsal. "Analysis of Attainments and Evaluation Questions in Sociology Curriculum According to the SOLO Taxonomy." *Eurasian Journal of Educational Research* 17, no. 69 (2017): 75–92. <https://doi.org/10.14689/ejer.2017.69.5>.
- Lucander, Henriette, Lars Bondemark, Glyn Brown, and K Knutsson. "The Structure of Observed Learning Outcome (SOLO) Taxonomy: A Model to Promote Dental Students' Learning." *European Journal of Dental Education* 14, no. 3 (2010): 145–50. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0579.2009.00607.x>.
- McGreevy, Kristen M, and Frank Church. "Active Learning: Subtypes, Intra-Exam Comparison, and Student Survey in an Undergraduate Biology Course." *Education Sciences* 10, no. 7 (2020): 185. <https://doi.org/10.3390/educsci10070185>.
- Momsen, Jennifer L, Tammy M Long, Sara A Wyse, and Diane Ebert-May. "Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills." *Cbe—Life Sciences Education* 9, no. 4 (2010): 435–40. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-01-0001>.

- Nayef, Eman G, Nik R N Yaacob, and Hairul N Ismail. "Taxonomies of Educational Objective Domain." *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 3, no. 9 (2013). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v3-i9/199>.
- Nurhatmanti, Rizki, Bukman Lian, and Adrianus Dedy. "Analysis of Students' Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Natural Science Subjects Class v Elementary School." *Indonesian Journal of Primary Education* 5, no. 2 (2021): 208–13. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v5i2.37107>.
- Putri, Pranutasani P, and Raharjo Raharjo. "The Development of Solo Taxonomy Based Assessment Instrument on Human Respiratory System to Measure Thinking Skills and Mastery of Concepts." *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (Bioedu)* 9, no. 2 (2020): 252–58. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v9n2.p252-258>.
- Rosario, Khia D, and Elisa N Chua. "Case and Project-Based Learning Lessons in Enhancing Science Process Skills." *International Journal of Science Technology Engineering and Mathematics* 3, no. 3 (2023): 79–102. <https://doi.org/10.53378/353006>.
- Saba, Janan, Hagit Hel-Or, and Sharona T Levy. "Promoting Learning Transfer in Science Through a Complexity Approach and Computational Modeling." *Instructional Science* 51, no. 3 (2023): 475–507. <https://doi.org/10.1007/s11251-023-09624-w>.
- Setyowati, Endah. "Merit System in Recruitment and Selection Process of Civil Servant Candidate in Malang Indonesia (Implementation of Recruitment and Selection of Civil Servant Candidate in 2010)." *Journal of Administrative Sciences and Policy Studies* 4, no. 1 (2016): 83–95. <https://doi.org/10.15640/jasps.v4n1a5>.
- Stoyanovich, Carlee, Aneri Gandhi, and Alison B Flynn. "Acid–Base Learning Outcomes for Students in an Introductory Organic Chemistry Course." *Journal of Chemical Education* 92, no. 2 (2014): 220–29. <https://doi.org/10.1021/ed5003338>.
- Svensäter, Gunnel, and Madeleine Rohlin. "Assessment Model Blending Formative and Summative Assessments Using the SOLO Taxonomy." *European Journal of Dental Education* 27, no. 1 (2022): 149–57. <https://doi.org/10.1111/eje.12787>.
- Triana, Hana, Perawati B Abustang, Erry Utomo, Gungum G F Rakhman, and Fahrurrozi Fahrurrozi. "Assessment Evaluation Using Solo Taxonomy for Measuring Levels of Critical Thinking Skills: PYP International Baccalaureate Case Study." *Prisma Sains Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan Ipa Ikip Mataram* 11, no. 2 (2023): 581. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i2.7894>.
- Zana, Firdha M, Cholis Sa'dijah, and Susiswo Susiswo. "The Cognitive Alignment of Mathematics Teachers' Assessments and Its Curriculum." *International Journal of Evaluation and Research in Education (Ijere)* 13, no. 3 (2024): 1561. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i3.26814>.