ABSTRAK

Akmal Fahrurrozi HA	PjBL STEM Berbasis ESD Melalui pembuatan prototipe Tabung Biomassa Untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan *Sustainability consciousness*

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya keterampilan proses sains (KPS) dan *sustainability consciousness* (SC) peserta didik dalam pembelajaran sains, khususnya pada topik energi terbarukan berbasis biomassa. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk melihat peningkatan KPS dan SC melalui model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam pembuatan prototipe tabung biomassa yang kontekstual dan aplikatif. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain eksperimen semu (*quasi experiment*) melibatkan dua kelas X Fase E di MAN 2 Tasikmalaya, masing-masing sebagai kelas eksperimen dan kontrol. Data dikumpulkan melalui observasi keterlaksanaan, tes KPS (pretest–posttest), dan kuesioner SC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran PjBL-STEM berbasis ESD memperoleh skor 98% dalam kategori sangat baik. Peningkatan KPS peserta didik menunjukkan nilai N-Gain rata-rata 0,68 (kategori sedang), sedangkan SC memperoleh N-Gain rata-rata 0,62 (kategori sedang). Hasil uji hipotesis KPS menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank Test pada kelas eksperimen dan kontrol menghasilkan nilai signifikansi 0,000 (<0,05) yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara pretest dan posttest. Uji lanjut menggunakan Mann–Whitney U Test menghasilkan nilai signifikansi 0,001 (<0,05), menandakan adanya perbedaan peningkatan KPS yang signifikan antara kelas eksperimen dan control. Selanjutnya, hasil uji hipotesis terhadap variabel *sustainability consciousness* menggunakan *Independent Samples t-test* menunjukkan bahwa nilai *t* hitung sebesar 6,114 dengan *Sig. (2-tailed)* = 0,000 < 0,05 dan *t* tabel sebesar 2,021 pada taraf signifikansi 5% (df = 40). Karena *t* hitung > *t* tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara SC kelas eksperimen dan kontrol. Dengan demikian, penerapan model PjBL-STEM berbasis ESD terbukti secara statistik lebih efektif dalam meningkatkan *sustainability consciousness* peserta didik dibandingkan pembelajaran saintifik.

Kata Kunci : PJBL STEM, ESD, keterampilan proses sains, *sustainability consciousness*, energi terbarukan.

ABSTRACT

Akmal Fahrurrozi HA

PjBL STEM Berbasis ESD Melalui pembuatan prototipe Tabung Biomassa Untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan *Sustainability consciousness*

This study was motivated by the low levels of students' science process skills (SPS) and sustainability consciousness (SC) in science learning, particularly on the topic of renewable energy based on biomass. The main objective of this research was to examine the improvement of SPS and SC through the implementation of the Project-Based Learning (PjBL) model integrated with STEM and based on Education for Sustainable Development (ESD) in the contextual and applicable creation of a biomass tube prototype. This study employed a quantitative method with a quasi-experimental design involving two tenth-grade classes (Phase E) at MAN 2 Tasikmalaya, designated as the experimental and control groups. Data were collected through lesson implementation observations, SPS tests (pretest–posttest), and SC questionnaires. The results showed that the implementation of PjBL-STEM based on ESD achieved a score of 98%, categorized as *very good*. The improvement in students' SPS reached an average N-Gain value of 0.68 (*moderate category*), while SC obtained an average N-Gain of 0.62 (*moderate category*). The hypothesis testing of SPS using the Wilcoxon Signed-Rank Test for both experimental and control classes yielded a significance value of 0.000 (<0.05), indicating a significant difference between the pretest and posttest scores. The follow-up Mann–Whitney U Test resulted in a significance value of 0.001 (<0.05), showing a significant difference in SPS improvement between the experimental and control groups.
Furthermore, the hypothesis testing of the sustainability consciousness variable using the Independent Samples t-test showed a *t*-value of 6.114 with *Sig. (2-tailed)* = 0.000 < 0.05 and a *t*-table value of 2.021 at the 5% significance level (*df* = 40). Since $t_{hitung} > t_{tabel}$, H_0 was rejected and H_1 was accepted, indicating a significant difference in SC between the experimental and control classes. Therefore, it can be concluded that the implementation of the PjBL-STEM model based on ESD is statistically proven to be more effective in enhancing students' sustainability consciousness compared to scientific learning.

Keywords: STEM Project-Based Learning, Education for Sustainable Development (ESD), Science Process Skills (SPS), Sustainability Consciousness (SC), Renewable Energy

مستخلص البحث

أكمال فهر الروزي هـ. أ : التعلّم القائم على المشروعات وفق نهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة في (ESD) المدمج مع التعليم من أجل التنمية المستدامة (STEM) والرياضيات تطوير نموذج أولي لأنبوب الكتلة الحيوية لتعزيز مهارات العمليات العلمية والوعي بالاستدامة

لدى الطلبة في تعلم (SC) والوعي بالاستدامة (SPS) تنبع هذه الدراسة من تدني مستوى مهارات العمليات العلمية العلوم، ولا سيما في موضوعات الطاقة المتجددة القائمة على الكتلة الحيوية. وتهدف هذه الدراسة إلى قياس فاعلية والمعتمد (STEM) نموذج التعلم القائم على المشروعات المدمج مع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في تحسين مهارات العمليات العلمية والوعي بالاستدامة من خلال (ESD) على التعليم من أجل التنمية المستدامة تطوير نموذج أولي لأنبوب الكتلة الحيوية بأسلوب سياقي وتطبيقي. يستند الإطار المفاهيمي للبحث إلى تكامل التعلم متعدد التخصصات والقائم على المشروعات، الذي يتيح للطلبة تصميم وإنتاج واختبار وتقييم منتجات علمية، مما ينمي مهاراتهم العلمية ويعزز وعيهم بقضايا الاستدامة. وتنص الفرضية المطروحة على أن تطبيق نموذج التعلم من شأنه أن يحسن بشكل ملحوظ مهارات العمليات العلميةESD و STEM المدمج مع (PjBL) القائم على المشروعات العلمية والوعي بالاستدامة مقارنة بطرق التدريس التقليدية. استخدمت هذه الدراسة المنهج الكمي بتصميم شبه تاسيكملايا، أحدهما كمجموعة تجريبية MAN 2 في مدرسة (E المرحلة) تجريبي، وشملت فصلين من الصف العاشر والآخر كمجموعة ضابطة. جُمعت البيانات من خلال ملاحظات تنفيذ الدروس، واختبارات مهارات العمليات العلمية قد ESD المعتمد على PjBL-STEM (قبلية وبعدية)، واستبانات الوعي بالاستدامة. أظهرت النتائج أن تطبيق نموذج بلغت 0.68 (فئة (N-Gain حسّن مهارات العمليات العلمية لدى الطلبة بمتوسط درجة الكسب المعدل PjBL- متوسطة)، والوعي بالاستدامة بمتوسط درجة 0.62 (فئة متوسطة). وتؤكد هذه النتائج أن دمج نموذج في مشاريع تصميم أنابيب الكتلة الحيوية يُعد فعالًا في تطوير مهارات العمليات العلمية ESD القائم على STEM والوعي بالاستدامة في آن واحد، مما يجعله مناسبًا للتطبيق في تعليم العلوم السياقي الداعم لأهداف التنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية

التعليم من أجل التنمية ،(STEM) التعلّم القائم على المشروعات، العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مهارات العمليات العلمية، الوعي بالاستدامة، الطاقة المتجددة ،(ESD) المستدامة

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI