

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Permasalahan lingkungan di Indonesia semakin kompleks dan menuntut mahasiswa sebagai agen perubahan (*Agent of Change*) perlu memiliki kemampuan memahami, menganalisis, dan menyikapi permasalahan lingkungan secara tepat. Kemampuan tersebut dikenal sebagai literasi lingkungan (*Environmental Literacy*) merupakan kemampuan dalam mengambil keputusan dan tindakan yang tepat berkaitan dengan lingkungan (Hollweg dkk, 2011). Menurut *North American Association for Environmental Education* (NAAEE), literasi lingkungan mencakup empat aspek yang saling berkaitan, yaitu pengetahuan lingkungan (*environmental knowledge*), keterampilan kognitif (*cognitive skills*), sikap terhadap lingkungan (*environmental attitudes*), dan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan (*environmentally responsible behavior*).

Keterampilan kognitif dalam penelitian ini berkaitan dengan kemampuan mahasiswa dalam menggunakan pengetahuan untuk memahami dan menyelesaikan permasalahan lingkungan. Kemampuan tersebut sebenarnya telah dilatihkan melalui beberapa tahapan PjBL. Pada tahap menentukan pertanyaan mendasar, mahasiswa menyusun rumusan masalah dan hipotesis. Pada tahap merancang perencanaan proyek, mahasiswa menentukan tujuan dan merancang prosedur percobaan. Selanjutnya, pada tahap penyusunan jadwal, observasi aktivitas, dan perkembangan proyek mahasiswa menganalisis hasil pengamatan, sedangkan pada tahap penilaian produk serta evaluasi pengalaman pembelajaran mahasiswa menyusun kesimpulan dan memberikan saran (McBeth & Volk, 2009). Aspek tersebut menunjukkan bahwa literasi lingkungan tidak hanya berkaitan dengan

pengetahuan, tetapi juga kemampuan memahami permasalahan, menentukan sikap, dan menerapkannya dalam tindakan nyata.

Kondisi literasi lingkungan mahasiswa di Indonesia masih perlu ditingkatkan. Hariyadi dkk (2021) menunjukkan bahwa literasi lingkungan mahasiswa Pendidikan Geografi berada pada kategori sedang, dengan aspek pengetahuan sebesar 78,3%, keterampilan kognitif 63,3%, dan perilaku pro-lingkungan 65,6%, sedangkan sikap peduli lingkungan berada pada kategori tinggi sebesar 81%. Hasil tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara sikap peduli lingkungan dengan keterampilan dan perilaku nyata. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) pada 2022 yang menunjukkan skor literasi sains Indonesia sebesar 383, masih di bawah rata-rata *Economic Co-operation and Development* (OECD) sebesar 485 (OECD, 2023). Capaian tersebut belum menunjukkan kondisi yang ideal karena skor yang diperoleh masih berada di bawah standar internasional (Kemendikbudristek, 2023).

Rendahnya nilai antar aspek literasi lingkungan pada mahasiswa menunjukkan perlunya strategi pembelajaran yang dapat mengintegrasikan pengetahuan, sikap, keterampilan, dan perilaku secara menyeluruh. Penelitian Sirat dkk (2022) mengenai penerapan model *Project Based Learning* pada materi pencemaran lingkungan menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keterlibatan mahasiswa secara langsung dalam proyek yang berkaitan dengan permasalahan lingkungan dapat membantu menghubungkan pengetahuan dan kepedulian terhadap lingkungan dengan keterampilan serta tindakan nyata. Dengan demikian, pembelajaran berbasis proyek berpotensi mengurangi kesenjangan capaian pada setiap komponen literasi lingkungan.

Salah satu permasalahan lingkungan yang dapat digunakan sebagai konteks dalam pembelajaran berbasis proyek adalah pengelolaan limbah organik dari sektor peternakan, terutama kotoran sapi. Kawasan peternakan

sapi perah di Jawa Barat, termasuk Lembang dan wilayah sekitarnya, menghadapi permasalahan berupa penumpukan kotoran sapi dalam jumlah besar. Kondisi tersebut terjadi karena kegiatan peternakan lebih berfokus pada produksi susu, sedangkan pengelolaan limbah belum dilakukan secara optimal. Kotoran sapi yang tidak diolah dengan baik bahkan dapat dibuang secara langsung ke aliran air, sehingga menimbulkan bau tidak sedap, mencemari sumber air, serta menurunkan kualitas lingkungan di wilayah hulu Sungai (Sofyan & Adi, 2024). Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa limbah peternakan tidak hanya berkaitan dengan pengelolaan limbah, tetapi juga dapat memberikan dampak terhadap keberlanjutan ekosistem perairan dan kehidupan masyarakat di sekitarnya.

Selain menimbulkan pencemaran lingkungan, kotoran sapi dan limbah organik lainnya yang dibiarkan menumpuk juga berpotensi menghasilkan gas metana (CH_4) melalui proses penguraian bahan organik secara anaerobik. Metana merupakan salah satu gas rumah kaca yang memiliki potensi pemanasan global lebih besar dibandingkan karbon dioksida (CO_2) ketika dilepaskan ke atmosfer. Penumpukan limbah peternakan yang tidak disertai dengan pengolahan yang tepat dapat turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim (Fitri & Hamdi, 2024).

Selain itu, Indonesia dihadapkan dengan masalah lainnya yaitu krisis energi dunia, yang ditandai oleh ketergantungan tinggi terhadap sumber energi fosil. Menurut laporan *International Energy Agency* (IEA) pada tahun 2023, lebih dari 80% pasokan energi global masih berasal dari bahan bakar fosil, yang secara signifikan berkontribusi pada emisi gas rumah kaca dan memperburuk perubahan iklim. Ketergantungan tersebut bisa mencari energi alternatif dengan membuat biogas sebagai energi terbarukan dan dapat dihasilkan dari limbah organik yang diproses melalui fermentasi anaerob. Sehingga dapat mengatasi permasalahan mengurangi penumpukan sampah organik dan ketergantungan pada energi fosil.

Biogas merupakan gas yang dihasilkan melalui proses penguraian oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob. Menurut Saptaji (2021) biogas

dari sampah organik berpotensi menjadi sumber energi terbarukan. Hasil akhir proses terbentuknya biogas terdiri dari gas metana (CH_4) dan gas karbon dioksida (CO_2) yang dapat dimanfaatkan pengganti bahan bakar memasak dan dalam skala besar dapat dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik (Aulia dkk, 2023). Pemilihan kotoran sapi sebagai sumber metanogen adalah pilihan terbaik sebagai bahan baku untuk membuat biogas, dikarenakan kotoran sapi memiliki kandungan bakteri metanogen yang mampu menghasilkan gas metana sejumlah 55-70% hasilkan (Yudha & Naniek, 2023). Pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan baku biogas juga dapat dikombinasikan dengan limbah organik lainnya yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Limbah kulit pisang dan kulit pepaya merupakan salah satu jenis limbah organik yang berpotensi dimanfaatkan karena masih mengandung senyawa organik yang dapat digunakan sebagai substrat bagi mikroorganisme dalam proses fermentasi anaerob. Kulit pisang mengandung berbagai senyawa organik, diantaranya lignin sebesar 6-12%, petkin 10-21%, dan selulosa 7,6-9,6% (Sitompul, 2024). Selain itu, kulit pepaya mengandung karbohidrat, protein, lemak, mineral, flavonoid, alkaloid, serta enzim papain (Fauziah & Hidayatullah, 2023). Kandungan tersebut berpotensi menjadi substrat dalam proses fermentasi anaerob.

Pemanfaatan limbah organik, seperti kotoran sapi, kulit pisang, dan kulit pepaya, dalam pembuatan biogas sejalan dengan upaya mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Kegiatan tersebut berkontribusi terhadap terwujudnya SDGs 7 mengenai energi bersih dan terjangkau melalui penyediaan sumber energi terbarukan, SDGs 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab melalui pengelolaan limbah organik secara berkelanjutan, serta SDGs 13 mengenai penanganan perubahan iklim melalui pengurangan emisi gas rumah kaca akibat penumpukan sampah organik. Sebagai salah satu bentuk energi terbarukan, biogas tidak hanya berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, tetapi juga memberikan nilai tambah terhadap limbah organik yang sebelumnya berpotensi mencemari lingkungan (Fauziah, 2023).

Penelitian Irawati dkk (2024) membahas kondisi literasi lingkungan mahasiswa dan menunjukkan bahwa aspek sikap dan tindakan terhadap lingkungan masih perlu diperkuat. Namun, penelitian tersebut belum mengkaji penerapan pembelajaran berbasis proyek sebagai upaya untuk meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penguasaan pengetahuan dan keterampilan mengenai lingkungan belum sepenuhnya diikuti oleh sikap dan tindakan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pembelajaran yang tidak hanya memberikan pemahaman secara teoritis, tetapi juga memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa untuk terlibat dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan lingkungan. Sementara itu, penelitian Putri dkk (2025) menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis proyek dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman dan kepedulian mahasiswa terhadap lingkungan melalui proyek berbasis limbah organik. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan proyek pembuatan biogas dari limbah organik sebagai konteks pembelajaran untuk meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Saptaji (2021) biogas dari sampah organik berpotensi menjadi sumber energi terbarukan. Hasil akhir proses terbentuknya biogas terdiri dari gas metana (CH_4) dan gas karbon dioksida (CO_2) yang dapat dimanfaatkan pengganti bahan bakar memasak, dengan fokus pada karakteristik biogas dari kotoran sapi.

Berdasarkan temuan tersebut, kebaruan penelitian ini yaitu meintegrasikan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan biogas dari limbah organik. Integrasi pembelajaran berbasis proyek dengan literasi lingkungan melalui pemanfaatan limbah organik diharapkan menjadi strategi efektif untuk mengembangkan keterampilan abad 21 sekaligus meningkatkan kesadaran sikap dan tindakan tanggung jawab mahasiswa terhadap lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian berjudul **“Penerapan Lembar Kerja Berbasis Proyek Pada Pembuatan Biogas dari Limbah Organik untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan Mahasiswa”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana aktivitas mahasiswa dalam menyelesaikan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan biogas dari limbah organik untuk meningkatkan literasi lingkungan?
2. Bagaimana peningkatan literasi lingkungan mahasiswa setelah penerapan lembar kerja berbasis proyek dalam pembuatan biogas dari limbah organik?
3. Bagaimana karakteristik biogas yang dihasilkan dengan pemanfaatan limbah organik?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan konteks yang telah diuraikan pada rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan aktivitas mahasiswa dalam penyelesaian lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan biogas dari limbah organik untuk meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa.
2. Menganalisis peningkatan literasi lingkungan mahasiswa setelah penerapan lembar kerja berbasis proyek dalam pembuatan biogas dari limbah organik.
3. Menganalisis karakteristik biogas yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah organik.

D. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Manfaat bagi mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa melalui pengalaman belajar berbasis proyek yang kontekstual memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang pemanfaatan limbah organik menjadi energi terbarukan, serta

mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kepedulian terhadap lingkungan.

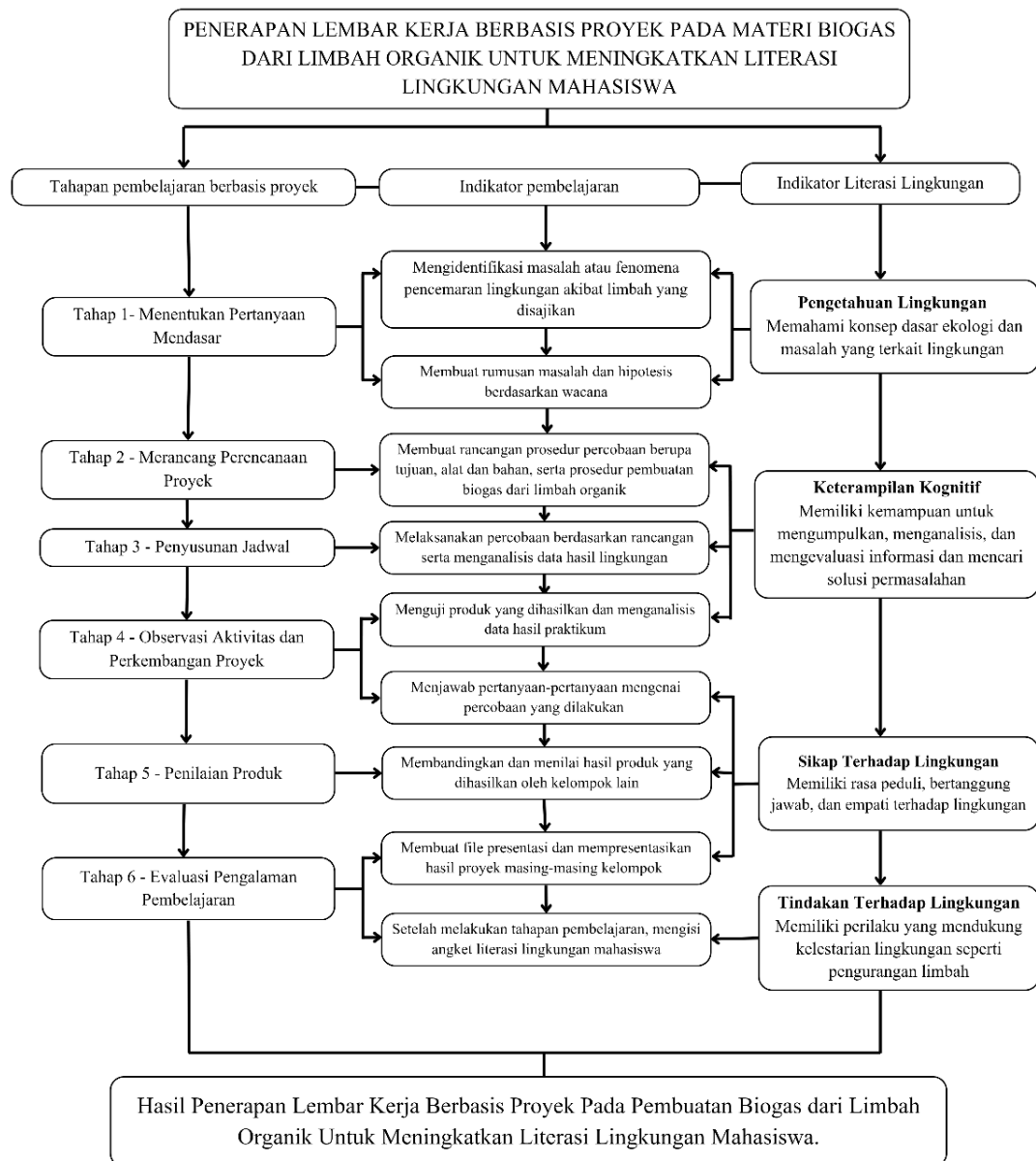
2. Manfaat bagi pendidik, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi dosen dalam merancang dan menerapkan lembar kerja berbasis proyek pada materi energi terbarukan. Lembar kerja yang dikembangkan dapat digunakan alternatif perangkat pembelajaran.
3. Manfaat bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya yang mengaji pembelajaran berbasis proyek, literasi lingkungan, serta pemanfaatan energi terbarukan dalam pembelajaran.

E. Kerangka Berpikir

Pembuatan biogas dari limbah organik dapat dilaksanakan melalui pembelajaran berbasis proyek dengan menggunakan lembar kerja berbasis proyek sebagai panduan dalam kegiatan praktikum. Pendekatan ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam setiap tahapan pembelajaran. Melalui keterlibatan tersebut, mahasiswa tidak hanya memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, bekerja sama, serta memecahkan permasalahan pengelolaan limbah organik.

Penerapan lembar kerja berbasis proyek dalam penelitian ini mengacu pada enam tahapan yaitu, 1) menentukan pertanyaan mendasar, 2) merancang perencanaan proyek, 3) penyusunan jadwal, 4) observasi aktivitas dan perkembangan proyek, 5) penilaian produk dan 6) evaluasi pengalaman pembelajaran (Rakhmi, 2024). Sedangkan untuk literasi lingkungan ada empat indikator yaitu 1) pengetahuan lingkungan, 2) keterampilan kognitif, 3) sikap terhadap lingkungan, dan 4) tindakan terhadap lingkungan (McBeth & Volk, 2009). Melalui rangkaian kegiatan tersebut, mahasiswa diharapkan mampu memahami isu lingkungan, mengaitkannya dengan kondisi nyata, menerapkan keterampilan ilmiah dalam proses pembuatan biogas, serta menunjukkan kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Secara

sistematis, hubungan antara tahapan pembelajaran berbasis proyek dengan indikator literasi lingkungan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Setelah melakukan kajian literatur terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, ditemukan beberapa penelitian yang berkaitan dengan topik yang akan dilakukan, meliputi:

Penelitian Andre dkk (2024) yang berjudul *“Pemanfaatan Limbah Buah–Buahan menjadi Biogas dengan Starter Kotoran Sapi, Kotoran Kambing dan Burung Puyuh”* mengkaji pemanfaatan limbah buah yang mulai mengalami pembusukan sebagai bahan baku biogas dengan menggunakan starter kotoran sapi, kotoran kambing, dan kotoran burung puyuh. Pemanfaatan limbah tersebut dapat menjadi salah satu upaya dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan sekaligus menghasilkan bahan bakar alternatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada penggunaan limbah buah dengan penambahan EM4, yang menghasilkan pH sebesar 7 dan rasio C/N sebesar 7,065. Peningkatan kualitas biogas pada perlakuan tersebut mulai terlihat pada hari ke-13 proses fermentasi

Menurut Ernawati dkk (2023) dalam penelitiannya yang berjudul *“Prospek dan Potensi Biogas sebagai Energi Alternatif menghadapi Krisis Energi”* menyatakan bahwa biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh bahan-bahan organik melalui aktivitas anaerobik atau fermentasi. Bahan-bahan organik tersebut diantaranya limbah makanan seperti sayuran, buah-buahan, limbah pertanian dan juga lainnya. Komponen biogas terdiri dari 50-70% gas metana (CH_4) dan 30-40% gas karbondioksida (CO_2). Selain itu, terdiri dari 0-3% hidrogen sulfida (H_2S), 0,3% air (H_2O), 0,1-0,5% oksigen (O_2), 1-5% hidrogen (H), dan sejumlah kecil komponen gas lainnya. Biogas tersebut bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari seperti bahan bakar memasak dan dalam skala besar bisa untuk energi pembangkit Listrik. Batasan penelitian ini terletak hanya menyampaikan manfaat biogas nya saja akan tetapi menyertakan tantangan yang dihadapi nya.

Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2020) berjudul “*Project Based Learning to Develop Students’ Creativities and Characters in Designing Experiments*” menunjukkan bahwa penerapan model PjBL mampu mengembangkan kreativitas dan karakter mahasiswa dalam merancang eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PjBL efektif meningkatkan kreativitas mahasiswa dengan nilai rata-rata 77,3% serta mengembangkan karakter disiplin, jujur, percaya diri, dan tanggung jawab. Batasan penelitian ini terletak pada fokus penerapannya yang masih terbatas pada mahasiswa serta belum mengintegrasikan aspek literasi lingkungan, khususnya dengan tidak mengaitkan kegiatan proyek pada pemanfaatan limbah sebagai bahan baku produk bernilai guna.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Hernawati (2021) berjudul “*Pengembangan Lembar Kerja Berbasis Proyek pada Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus costaricensis) untuk Pewarna Alami Kain Perca*” membahas bahwa pengembangan lembar kerja berbasis proyek pada konteks pemanfaatan limbah organik terbukti valid sebagai media pembelajaran kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis proyek yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sebesar 86% dengan nilai r hitung 0,86, sehingga dinyatakan layak digunakan untuk mendukung pembelajaran praktikum. Batasan penelitian ini terletak pada fokus kajian yang ditujukan pada mahasiswa serta tidak menjelaskan secara eksplisit integrasi literasi lingkungan dalam penerapan PjBL.

Menurut Hariyadi dkk (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “*Analisis Literasi Lingkungan pada Mahasiswa Pendidikan Geografi*” menganalisis literasi lingkungan mahasiswa pendidikan geografi menggunakan empat indikator: pengetahuan lingkungan (78,3%), keterampilan kognitif (63,3%), perilaku pro-lingkungan (65,6%), dan sikap peduli lingkungan (81%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan literasi lingkungan mahasiswa berada pada kategori sedang hingga tinggi, namun aspek keterampilan kognitif dan perilaku

masih perlu ditingkatkan melalui pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual dan berbasis pengalaman langsung.

Menurut Suanggana dkk (2022) pada penelitiannya yang berjudul “*Potensi Produksi Biogas dari Anaerobic Digestion Kotoran Sapi dan Kulit Nanas Sebagai Sumber Energi Rice Cooker Biogas*” meneliti potensi biogas dari *anaerobic digestion* kotoran sapi dan kulit nanas menggunakan digester 20 liter dengan variasi perbandingan substrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *co-digestion* antara kotoran sapi dan limbah buah organik berpotensi menghasilkan biogas yang cukup untuk mengoperasikan peralatan masak berbasis biogas. Penelitian ini relevan sebagai dasar pemanfaatan limbah buah organik campuran dalam pembuatan biogas pada skala pembelajaran.

