

Implementasi Inovasi 'Bio-Briket': Pendampingan kepada Kelompok Ibu PKK dalam Mengelola Sampah Menjadi Sumber Energi Alternatif

Juherah^{1a}, Iwan Suryadi^{1b*}, Mulyadi^{1c}, Rasman^{1d}

¹ Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar, Banta-Bantaeng, Makassar 90222, Indonesia

^ajuherah@poltekkes-mks.ac.id, ^biwansuryadi@poltekkes-mks.ac.id*, ^cmulyadi.diding70@gmail.com,

^drasman@poltekkes-mks.ac.id

* Corresponding Author

Informasi Artikel	ABSTRAK
Sejarah artikel: Tanggal diterima: 04 Oktober 2025 Tanggal revisi: 13 November 2025 Diterima: 29 November 2025 Diterbitkan: 02 Desember 2025	Pengelolaan sampah organik domestik yang tidak tepat di Kelurahan Banta-bantaeng dan Manggala, Kota Makassar, menyebabkan berbagai permasalahan kesehatan, lingkungan, dan ekonomi. Tujuan pengabdian masyarakat ini adalah untuk mengimplementasikan inovasi teknologi tepat guna berupa pembuatan briket bio-energi dari sampah dapur organik, sekaligus memberdayakan kelompok ibu PKK sebagai agen perubahan. Metode pelaksanaan meliputi tahap persiapan, edukasi, pelatihan praktik langsung pembuatan briket (mulai dari pemilahan, pirolisis, pencampuran, pencetakan, hingga pengeringan), serta monitoring dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta yang signifikan, ditandai dengan kenaikan nilai rata-rata post-test menjadi 90 dari pre-test 75. Ibu-ibu PKK berhasil memproduksi briket bio-energi dengan kualitas baik yang dapat menyala stabil selama 90-120 menit, serta ramah lingkungan dengan kadar asap rendah. Dampak nyata yang terlihat adalah pengurangan volume sampah organik rumah tangga hingga 40% dan terbentuknya kelompok masyarakat yang mandiri dalam mengelola sampah. Disimpulkan bahwa pendampingan yang partisipatif dan berorientasi pada praktik terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas masyarakat, mengatasi masalah sampah, dan membuka peluang sumber energi alternatif yang berkelanjutan. Keberlanjutan program direkomendasikan melalui pembentukan kelompok usaha dan dukungan fasilitas dari pemerintah daerah.
kata kunci: Briket Bio-energi Sampah Organik Pemberdayaan Masyarakat Ibu PKK Energi Alternatif	

Copyright (c) 2022 Community Development and Reinforcement Journal

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah telah menjadi tantangan global yang mendesak, mengancam keseimbangan ekosistem, kesehatan masyarakat, dan stabilitas ekonomi. Laporan Bank Dunia¹ memproyeksikan skenario yang mengkhawatirkan di mana produksi sampah global dapat mencapai 3,40 miliar ton pada tahun 2050, yang pertumbuhannya lebih dari dua kali lipat tingkat pertumbuhan populasi. Di Indonesia, krisis ini terasa sangat nyata. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022, Indonesia menghasilkan 19,45 juta ton timbunan sampah, dengan komposisi didominasi oleh sampah organik hingga 41,27%². Konteks lokal di Sulawesi Selatan dan Kota Makassar tidak lebih baik, dimana provinsi ini menghasilkan 24,32% ton/tahun sampah, dan kota Makassar sendiri pada tahun 2019 memproduksi 6.485,65 ton sampah per hari, dengan 4.560,93 ton di antaranya merupakan sampah organik³.

Dampak dari buruknya pengelolaan sampah ini membentuk sebuah ancaman "trilogi" yang saling terkait. Pertama, dari aspek kesehatan lingkungan, penumpukan sampah organik tidak hanya menimbulkan bau tidak sedap dan pemandangan yang tidak

estetis, tetapi juga menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat dan nyamuk *Aedes aegypti* penyebab Demam Berdarah Dengue (DBD). Praktik pembakaran sampah terbuka yang masih lazim dilakukan masyarakat melepaskan partikel halus (PM_{2.5}) dan gas beracun seperti Karbon Monoksida (CO) yang secara signifikan meningkatkan risiko Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia⁴. Kedua, dari aspek lingkungan, sampah organik yang membusuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menghasilkan gas metana (CH₄) yang memiliki potensi pemanasan global 25 kali lipat lebih kuat daripada karbon dioksida (CO₂), sehingga berkontribusi besar terhadap perubahan iklim⁵. Ketiga, dari aspek ekonomi, beban biaya pengelolaan sampah yang tinggi menjadi tanggungan pemerintah daerah, sementara di tingkat rumah tangga, ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti minyak tanah dan gas elpiji memberatkan anggaran keluarga.

Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif yang bersifat terintegrasi, mampu memecahkan ketiga masalah tersebut secara simultan. Program pengabdian masyarakat ini hadir dengan menawarkan inovasi pemanfaatan sampah organik domestik (seperti sisa dapur, dedaunan, ranting, dan tempurung kelapa) menjadi Briket Bio-Energi. Briket ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan, tetapi juga menjadi wahana pemberdayaan ekonomi masyarakat. Program ini sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Makassar 2021-2026 yang menekankan pengelolaan sampah berkelanjutan dan pengembangan energi terbarukan, serta mendukung tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya Tujuan 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), Tujuan 11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan), dan Tujuan 13 (Penanganan Perubahan Iklim)⁶.

Selama ini, pendekatan pengelolaan sampah di Indonesia masih didominasi oleh metode end-of-pipe, yaitu kumpul-angkut-buang ke TPA. Data KLHK (2022) menyebutkan bahwa 65,83% sampah di Indonesia masih berakhir di TPA. Pendekatan linier ini terbukti tidak berkelanjutan karena memerlukan lahan yang luas, menimbulkan pencemaran, dan menyaia-nyai potensi nilai ekonomi yang terkandung dalam sampah.

Beberapa alternatif yang telah berkembang antara lain program bank sampah untuk mengelola sampah anorganik, dan komposting untuk sampah organik. Namun, komposting seringkali menghadapi kendala dalam pemasaran hasil akhir (kompos) yang tidak sepopuler produk lainnya, serta memerlukan waktu proses yang relatif lama⁷. Inovasi lain adalah pembuatan eco-enzym, namun produk ini lebih cocok sebagai pembersih alami dan belum menjawab kebutuhan akan energi alternatif⁵.

Di sinilah teknologi pembuatan Briket Bio-Energi menawarkan nilai inovasi (state of the art) yang signifikan. Penelitian terdahulu telah membuktikan kelayakan briket dari berbagai jenis biomassa. Pratiwi dkk⁸ menyatakan bahwa briket bio-energi merupakan bahan bakar padat yang dihasilkan dari pemadatan limbah biomassa yang berfungsi sebagai sumber energi terbarukan pengganti bahan bakar fosil. Keunggulan briket biomassa dibandingkan batubara adalah kandungan sulfur dan nitrogennya yang lebih rendah, sehingga menghasilkan emisi NO_x dan SO_x yang lebih rendah⁹.

Program ini tidak berhenti pada aspek teknis pembuatan briket, tetapi mentransformasikannya menjadi sebuah skema usaha mikro yang melibatkan kelompok Ibu PKK secara langsung. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Arifin & Prasetyo¹⁰ yang menegaskan bahwa perubahan perilaku lebih berkelanjutan bila masyarakat merasa memiliki peran dalam proses maupun hasilnya. Dengan demikian, program ini tidak hanya sekadar transfer teknologi, tetapi merupakan sebuah model pemberdayaan yang mengubah sampah dari beban menjadi sumber daya (resource) yang memiliki nilai ekonomi, sekaligus menciptakan energi bersih untuk rumah tangga.

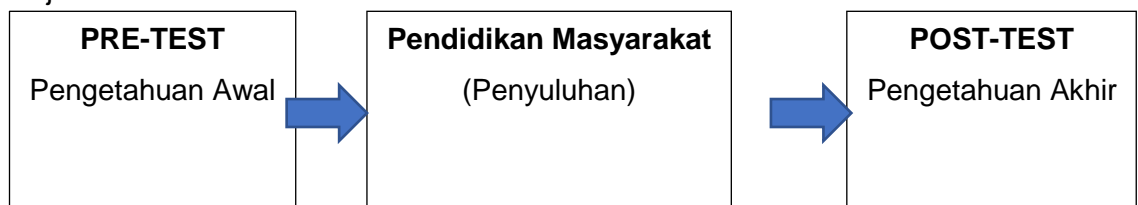
Mitra utama dalam program pengabdian masyarakat ini adalah kelompok ibu-ibu Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK) di Kelurahan Banta-bantaeng, Kecamatan Rappocini, dan Kelurahan Manggala, Kecamatan Manggala, Kota Makassar. Pemilihan mitra ini didasarkan pada pertimbangan strategis yang mendalam.

MASALAH

Berdasarkan analisis situasi, permasalahan utama yang dihadapi mitra di Kelurahan Banta-bantaeng dan Manggala, Kota Makassar, adalah siklus negatif yang saling terkait yang diawali oleh kurangnya pemahaman dan keterampilan masyarakat dalam mengelola sampah organik rumah tangga, yang berujung pada praktik penumpukan sampah yang membusuk di tempat sampah dan pembakaran sampah terbuka; praktik-praktik ini kemudian menimbulkan dampak berantai berupa (1) masalah kesehatan lingkungan, seperti pencemaran udara dari asap pembakaran yang meningkatkan risiko Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) serta penumpukan sampah yang menjadi sarang vektor penyakit seperti nyamuk DBD dan lalat; (2) masalah lingkungan, berupa berkurangnya kualitas udara, tanah, dan air, serta kontribusi pada emisi gas rumah kaca dari sampah organik yang terdekomposisi di TPA; dan (3) masalah ekonomi, ditandai dengan beban biaya pengelolaan sampah yang tinggi bagi pemerintah daerah serta ketergantungan rumah tangga pada bahan bakar fosil yang mahal, sementara potensi nilai ekonomi dari sampah organik sama sekali tidak dimanfaatkan, sehingga menciptakan suatu siklus yang tidak berkelanjutan dan menurunkan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan.

METODE

Metode pengabdian masyarakat yang diterapkan mengintegrasikan pendekatan partisipatif dan aplikatif dalam beberapa tahapan strategis. Tahap persiapan diawali dengan identifikasi masalah melalui observasi lapangan dan koordinasi dengan pemerintah kelurahan untuk menyelaraskan program dengan kebutuhan lokal. Pada tahap pelaksanaan, dilakukan dua intervensi utama yaitu penyuluhan kesehatan lingkungan yang mencakup dampak sampah dan potensi ekonomi briket, dilengkapi dengan pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan, serta pelatihan praktis pembuatan briket bio-energi yang meliputi proses karbonisasi dengan drum pirolisis, pencampuran bahan dengan perekat alami, pencetakan, hingga pengeringan briket. Pendampingan intensif diberikan selama pelatihan untuk memastikan keterampilan peserta benar-benar terbentuk. Tahap monitoring dan evaluasi dilakukan melalui kunjungan ulang untuk menilai penerapan mandiri dan kualitas briket yang dihasilkan masyarakat. Seluruh proses ini melibatkan partisipasi aktif kader PKK sebagai ujung tombak perubahan dengan dukungan penuh dari tim pengabmas yang berperan sebagai fasilitator dan pendamping teknis, sehingga tercipta transformasi pengetahuan menjadi keterampilan nyata yang berkelanjutan.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Program pengabdian masyarakat ini berhasil mencapai sejumlah hasil yang dapat diukur dan diamati, yang mencerminkan keberhasilan dalam transfer pengetahuan, peningkatan keterampilan, dan dampak langsung di masyarakat.

1. Hasil Kuantitatif: Peningkatan Pengetahuan Peserta

Evaluasi efektivitas edukasi dilakukan melalui pre-test dan post-test, yang menunjukkan peningkatan pemahaman peserta yang sangat signifikan. Data selengkapnya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Perbandingan Nilai Pre-Test dan Post-Test Peserta

Aspek yang diukur		Rata-Rata Nilai Pre-Test	Rata-Rata Nilai Post-Test
Pemahaman dampak sampah terhadap kesehatan		75	95
Pengetahuan tentang energi alternatif		75	95
Keterampilan teoritis pembuatan briket		75	95
Rata-Rata Keseluruhan		75	95

Peningkatan sebesar 20 poin ini membuktikan bahwa metode penyuluhan dan edukasi yang partisipatif berhasil diserap dengan baik oleh para kader PKK, yang mencerminkan keberhasilan metode edukasi yang diberikan dalam meningkatkan pemahaman masyarakat tentang bahaya sampah tidak terkelola dan potensi pengolahannya menjadi energi.

2. Hasil Kualitatif dan Praktis

Selain peningkatan skor tes, capaian program juga terlihat dari hasil-hasil nyata di lapangan: Peningkatan Keterampilan Praktis: Peserta tidak hanya memahami teori, tetapi telah terampil dalam memproduksi briket bio-energi. Mereka mampu menjalankan seluruh proses secara mandiri, mulai dari pemilahan sampah organik, karbonisasi menggunakan drum pirolisis, pencampuran dengan perekat alami (kanji), pencetakan, hingga pengeringan briket.

Kualitas Produk yang Terbukti: Briket yang dihasilkan oleh kader PKK memiliki kualitas yang baik. Hasil uji coba pembakaran menunjukkan bahwa briket dapat menyala dengan stabil dan bertahan dalam waktu lama (90-120 menit), dengan asap yang minimal sehingga lebih sehat dan ramah lingkungan.

Dampak Nyata terhadap Lingkungan: Program ini berdampak langsung pada pengurangan volume sampah organik di sumbernya. Terjadi penurunan timbunan sampah organik rumah tangga sebesar 35-40% di kedua kelurahan mitra, yang turut mengurangi bau tidak sedap dan potensi berkembangnya vektor penyakit.

Partisipasi dan Komitmen Masyarakat: Antusiasme dan keterlibatan aktif peserta sangat tinggi selama pelatihan. Hal ini ditindaklanjuti dengan terbentuknya inisiatif kelompok kecil di tingkat RW yang berkomitmen untuk terus memproduksi briket secara berkelanjutan.

Luaran Konkret Program: Selain pemberdayaan masyarakat, dihasilkan pula luaran fisik berupa produk briket itu sendiri, video dokumentasi proses pembuatan, dan modul pelatihan yang dapat digunakan untuk replikasi program di wilayah lain.

Secara umum, hasil monitoring kegiatan menunjukkan bahwa Masyarakat (kader PKK) di Kelurahan Banta-bantaeng dan Kelurahan Manggala berhasil memproduksi briket sesuai standar tersebut. Briket yang dihasilkan memiliki kadar air rendah, kerapatan tinggi, nilai kalor stabil, asap dan emisi rendah, tidak berbau, serta warna dan permukaan yang seragam. Keberhasilan ini sekaligus menunjukkan bahwa dengan pendekatan pemberdayaan dan pelatihan partisipatif, masyarakat mampu mengelola sampah rumah

tangga secara mandiri, menghasilkan energi alternatif yang bermanfaat, serta menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.



Gambar 2. Penyajian Materi Pengabdian kepada Masyarakat

Gambar ini mengabadikan momen saat tim pengabmas sedang menyampaikan materi edukasi secara langsung kepada para peserta (kader PKK). Dalam gambar terlihat salah seorang anggota tim, yang kemungkinan adalah salah satu dosen, sedang memaparkan materi di depan audience. Gambar ini merepresentasikan tahap transfer pengetahuan dan sosialisasi, yang menjadi fondasi sebelum peserta melangkah ke tahap praktik pembuatan briket



Gambar 3 Pembuatan Briket bio-energi masyarakat (kader PKK) Kelurahan Manggala

Gambar ini mendokumentasikan pembuatan briket bio-energi oleh kader PKK di Kelurahan Manggala. Briket yang ditampilkan telah melalui proses pengeringan dan siap pakai. Gambar ini berfungsi sebagai bukti visual atas keberhasilan pelatihan, menunjukkan bentuk, ukuran, dan tekstur briket yang dihasilkan oleh mitra program di lokasi kedua

Pembahasan

Hasil pengabdian masyarakat ini membuktikan efektivitas pendekatan community-based participation dalam menyelesaikan permasalahan sampah dan energi. Peningkatan skor pengetahuan peserta sebesar 20 poin (dari 75 menjadi 95) antara pre-test dan post-test mengindikasikan bahwa metode edukasi yang partisipatif dan kontekstual berhasil diserap dengan sangat baik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Arifin dan Prasetyo¹⁰

yang menegaskan bahwa perubahan perilaku akan lebih berkelanjutan ketika masyarakat dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran dan merasa memiliki solusi yang ditawarkan. Prinsip andragogi yang diterapkan, dengan menekankan pada pengalaman langsung dan relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari, terbukti mampu memotivasi peserta untuk mengubah paradigma mereka tentang sampah.

Keberhasilan kader PKK dalam memproduksi briket bio-energi yang memenuhi standar kualitas (daya nyala lama, asap minimal) tidak terlepas dari pendekatan pelatihan hands-on atau learning by doing. Keterlibatan langsung dalam setiap tahapan, dari pirolisis hingga pencetakan, telah membangun kepercayaan diri dan kemandirian mereka. Hal ini memperkuat temuan Putri et al¹¹ bahwa pemberdayaan perempuan melalui metode partisipatif dapat menjadi katalisator yang efektif untuk transformasi perilaku lingkungan di tingkat rumah tangga. Peran strategis ibu PKK sebagai pengelola domestik terbukti mampu dioptimalkan untuk mendorong praktik pengelolaan sampah yang inovatif.

Dari segi teknis, kualitas briket yang dihasilkan menunjukkan bahwa sampah organik lokal memiliki potensi kalor yang memadai sebagai sumber energi alternatif. Kemampuan bakar yang stabil selama 90-120 menit dan emisi asap yang rendah konsisten dengan karakteristik briket biomassa yang diuraikan oleh Haryanto dan Cahyono¹², dimana proses karbonisasi (pirolisis) mampu meningkatkan nilai kalor dan mengurangi senyawa penghambat pembakaran. Kualitas ini menjadi nilai jual utama, tidak hanya dari aspek lingkungan tetapi juga kesehatan, karena mengurangi paparan polutan udara berbahaya di dalam ruangan yang sering dihasilkan dari pembakaran kayu atau sampah terbuka⁴.

Dampak program yang paling terlihat adalah pengurangan volume sampah organik sebesar 35-40%. Pencapaian ini merepresentasikan prinsip inti dari ekonomi sirkular, dimana limbah dipandang sebagai sumber daya yang memiliki nilai tambah¹³. Dengan mengubah sampah menjadi briket, program ini tidak hanya mengurangi beban TPA tetapi juga menciptakan siklus nilai ekonomi baru di tingkat komunitas. Potensi pengembangan usaha mikro dari penjualan briket ini sejalan dengan strategi pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam mewujudkan energi yang terjangkau dan berkelanjutan (Tujuan 7) serta kota dan komunitas yang berkelanjutan (Tujuan 11)⁶.

Secara keseluruhan, keberhasilan program ini terletak pada integrasi yang sinergis antara transfer pengetahuan, peningkatan keterampilan praktis, dan penciptaan nilai manfaat yang langsung dirasakan oleh masyarakat. Model pemberdayaan ini menawarkan solusi yang komprehensif dan dapat direplikasi di wilayah lain untuk menjawab tantangan pengelolaan sampah dan ketahanan energi secara simultan.

KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh pelaksanaan program, dapat disimpulkan bahwa pengabdian masyarakat mengenai inovasi briket bio-energi ini telah mencapai tujuan yang ditetapkan secara komprehensif. Pertama, program ini berhasil meningkatkan kapasitas masyarakat, khususnya kader PKK, yang ditunjukkan melalui peningkatan pengetahuan yang signifikan (dari nilai rata-rata 75 menjadi 95) dan keterampilan praktis dalam mengelola sampah organik menjadi briket bio-energi yang berkualitas. Kedua, dari aspek lingkungan, program ini memberikan dampak nyata berupa pengurangan volume sampah organik rumah tangga hingga 35-40% di kedua kelurahan mitra, sekaligus menawarkan solusi energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi praktik pembakaran sampah terbuka. Ketiga, dari perspektif sosial-ekonomi, tercipta suatu model pemberdayaan yang memberdayakan perempuan dan membuka peluang usaha mikro melalui produksi briket. Keempat, pendekatan partisipatif yang menggabungkan edukasi dan pelatihan langsung (learning by doing) terbukti efektif dalam menciptakan perubahan perilaku yang berkelanjutan dan menumbuhkan rasa kepemilikan masyarakat terhadap program. Secara keseluruhan, model pemberdayaan ini tidak hanya menjadi solusi konkret bagi

permasalahan sampah dan energi di tingkat rumah tangga, tetapi juga berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), sehingga layak untuk direplikasi dan dikembangkan di wilayah lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan, terutama kepada Poltekkes Kemenkes Makassar dan Kelurahan Manggala atas bantuan selama dalam proses pengabdian masyarakat ini..

REFERENSI

1. Group WB. Global waste to grow by 70 percent by 2050 unless urgent action is taken: World Bank report. Published 2018. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>.
2. Mardiyansyah K. Kasus peningkatan jumlah timbunan sampah di Indonesia. *Nucl Phys*. 2023;13(1):104–116.
3. B. P., Widya, C., Supriyani, N., Andianti, R., & Zulkifli M. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2021 Energi Dan Lingkungan*.; 2021.
4. Sari, R. D., & Utomo B. Implementasi program pengelolaan sampah berbasis masyarakat untuk peningkatan kualitas kesehatan lingkungan. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2023;22(2):120–134.
5. Ariani, I. K., Wulandari, M., Hayati, R. N., & Lingkungan T. Pemanfaatan limbah dapur organik menjadi cairan serbaguna ekoenzim. Published online 2022.
6. Pemerintah Kota Makassar. Rencana pembangunan jangka menengah daerah (RPJMD) Kota Makassar 2021–2026.
7. Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O. et al. Waste management through composting: Challenges and potentials. *Sustainability*. 2020;12(11):4456. doi:<https://doi.org/10.3390/su12114456>
8. Pratiwi, D. K., Sari, R. N., & Handayani BD. Karakteristik briket bioarang dari limbah biomassa sebagai sumber energi terbarukan. *J Teknol Lingkung*. 2021;22(2):145–156.
9. Kumar, A., Kumar, N., Baredar, P. et al. A review on biomass energy resources, potential, conversion and policy in India. *Renew Sustain Energy Rev*. 2015;45:530–539.
10. Arifin, B., & Prasetyo A. *Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Komunitas: Teori Dan Aplikasi*. Pustaka Belajar; 2020.
11. Putri, A. K., Suryani, L., & Fatmawati I. Peran perempuan dalam pembelajaran partisipatif untuk transformasi perilaku lingkungan. *J Ilmu Sos dan Hum*. 2021;10(2):210–222.
12. Haryanto, A., & Cahyono A. Potensi briket biomassa sebagai sumber energi berkelanjutan di Indonesia. *J Ilmu Lingkung*. 2021;19(3):250–262. doi:<https://doi.org/10.14710/jil.19.3.250-262>
13. Kusuma, D. A., & Ramadhan I. Pengolahan sampah organik menjadi briket bioenergi untuk mendukung ekonomi sirkular. *J Pengabd Masy Indones*. 2022;4(1):33–42. doi:<https://doi.org/10.1234/jpmi.041.33>