

Pemberdayaan Karang Taruna Dusun Gaplek dalam Pemanfaatan Imbah Kotoran Sapi dan Kulit Kopi sebagai Bahan Non-Addhesive Bio-briquettees Berbasis Green Economy

Empowerment of Youth Organization of Gaplek Hamlet in Utilizing Cow Manure and Coffee Skin as Non-Addhesive Bio-briquettees Based on Green Economy

Kusuma Dana Raja^{1*}, Achmad David Kuswara^{2*}, Alfian Akbar Rizqi Maulana^{3*}, Maulana Alfi Fredyansyah^{4*}, Yoniva Nandarista Poma^{5*}, Risse Entikaria Rachmanita^{6*}

¹ Program Studi Teknik Energ Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

² Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

³ Program Studi Teknologi Rekayasa Mekanika, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

* *risse_rachmanita@polije.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menzembangkan biobriket *non-addhesive* yang terbuat dari limbah kulit kopi dan kotoran sapi sebagai bahan baku utama. Inisiatif ini diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam pengelolaan limbah organik dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat. Metode yang digunakan meliputi proses pencampuran, pencetakan, dan pengeringan bahan baku tanpa menggunakan perekat tambahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biobriket yang dihasilkan memiliki nilai kalori yang cukup tinggi dan dapat bersaing dengan biobriket konvensional yang menggunakan perekat kimia. Selain itu, penerapan teknologi ini di masyarakat memberikan dampak positif berupa peningkatan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah dan pengembangan ekonomi lokal melalui produksi biobriket. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa biobriket *non-addhesive* dari limbah kulit kopi dan kotoran sapi memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan memberdayakan masyarakat.

Kata kunci — Biobriket non-addhesive, Limbah kulit kopi, Kotoran sapi

ABSTRACT

This research aims to develop non-adhesive biobriquettes made from coffee husk waste and cow dung as the main raw materials. This initiative is expected to be a sustainable solution in organic waste management and provide economic benefits to the community. The method used includes the process of mixing, molding, and drying the raw materials without using additional adhesives. The results show that the biobriquettes produced have a high calorific value and can compete with conventional biobriquettes that use chemical adhesives. In addition, the application of this technology in the community has a positive impact in the form of increased awareness of the importance of waste management and local economic development through the production of biobriquettes. Thus, this study concludes that non-adhesive biobriquettes from coffee husk waste and cow dung have great potential to be further developed as an alternative energy source that is environmentally friendly and empowers the community.

Keywords — *Non-adhesive biobriquettes, Coffee husk waste, Cow dung*

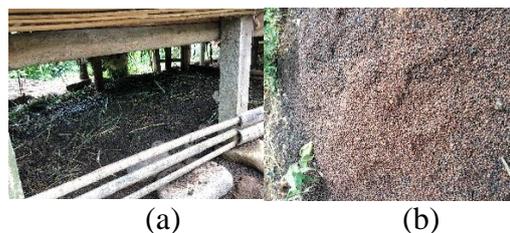


1. Pendahuluan

Kotoran sapi dan limbah kulit kopi merupakan dua jenis sampah organik yang dihasilkan di Indonesia, terutama di daerah yang unggul disektor peternakan dan pertanian. Salah satu desa yang unggul di kedua sektor tersebut adalah Desa Suci khususnya Dusun Gaplek. Kotoran sapi yang merupakan salah satu produk industri peternakan seringkali terakumulasi dalam jumlah besar dan dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan limbah yang berada di Dusun Gaplek masih dinilai jauh dari kata optimal, karena limbah kotoran sapi hanya dibiarkan bertumpuk dan berakhir dibuang begitu saja ke sungai. Yang perlu diketahui bahwa masalah yang akan muncul dari pemeliharaan hewan ternak adalah problem higienitas yang terbagi menjadi tiga macam yaitu produksi gas noxious, kontaminasi tanah karena kandungan kotoran ternak secara berlebihan, dan polusi air (Muladno, 1999).

Lebih lanjut kulit kopi yang dihasilkan dari pengolahan biji kopi dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan jika dibuang begitu saja tanpa pengelolaan lebih lanjut. Dampak yang dapat langsung dirasakan yaitu bau busuk yang cepat menyebar. Hal ini dikarenakan kadar air kulit kopi yang terbilang cukup tinggi yaitu 75-80% (Simanihuruk et al., 2010). Selain itu limbah kulit kopi sendiri mengandung beberapa zat kimia beracun seperti alkaloid, tannin, dan polifenol yang dapat menurunkan kadar kualitas tanah apabila didiamkan menumpuk ditanah begitu saja

Dusun Gaplek sendiri memiliki sapi sebanyak 30 ekor yang menghasilkan kotoran sebanyak 20 kg perharinya, sehingga terdapat limbah kotoran sapi 600 kg perharinya yang belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Selain itu Desa Suci memiliki kebun kopi yang memiliki luas kurang lebih 50 hektar dengan jumlah limbah kulit kopi yang dihasilkan sebanyak 17,5 ton pertahunnya.



Gambar 1.1 Limbah kotoran sapi (a) dan kulit kopi (b) di Dusun Gaplek, Desa Suci

Masalah lingkungan yang diakibatkan oleh ketidakmampuan dalam pengolahan limbah kotoran sapi dan kulit kopi pasca panen menjadi masalah yang krusial dan mendasar bagi masyarakat Dusun Gaplek. Pasalnya jumlah kotoran ternak sapi per hari berkisar 12% dari berat tubuh dan jika tidak diolah dengan baik akan menimbulkan limbah serta pencemaran lingkungan akibat senyawa NH_3 , NH , dan senyawa lainnya yang terkandung dalam kotoran sapi (Sukamta et al., 2022). Selain itu, tumpukan limbah ini juga dapat menciptakan masalah lingkungan lokal seperti pencemaran air dan tanah disekitar kendang. Lebih lanjut apabila limbah dibiarkan bertumpuk dan berdekatan dengan lokasi pemukiman akan menimbulkan protes dari masyarakat dan pencemaran air (Saputro et al., 2014). Hal ini karena masyarakat Dusun Gaplek menganggap cara paling mudah dalam menanggulangi limbah adalah dengan membuang limbah tersebut ke sungai, yang tanpa sadar justru menimbulkan masalah baru. Maka dari itu diperlukan gebrakan dalam pengolahan sekaligus pemanfaatan limbah kotoran sapi dan kulit kopi pasca panen, sehingga menghasilkan produk kreatif yang berdaya jual guna meningkatkan taraf hidup mitra. Produk tersebut berupa biobriket dengan bahan dasar limbah kotoran sapi dan kulit kopi pasca panen. Biobriket adalah bahan bakar briket yang terbuat dari bahan dasar berupa arang biomassa hasil pertanian (bagian tumbuhan), baik berupa bagian yang memang sengaja dijadikan bahan baku briket maupun limbah proses produksi agroindustri (Herawati et al., 2017).

Limbah kulit kopi pasca panen memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, dan kandungan kadar air serta sulfur yang relatif rendah, maka diperlukan pemanfaatan limbah kulit kopi

sebagai bahan biobriket (Budiawan *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil perhitungan *by difference* pada sampel kulit kopi di daerah Jember memiliki kadar karbohidrat sebesar 76,83% dan kadar selulosa sebesar 27,26% (Wardhana *et al.*; 2019). Limbah kopi tersebut mengandung banyak karbohidrat dan senyawa selulosa yang berpotensi untuk sumber karbon penyusun bioarang (Saparudin *et al.*, 2015). Jika digabungkan dengan kotoran sapi, limbah kulit kopi pasca panen akan menghasilkan briket dengan nilai kalor yang cukup tinggi. Mengingat nilai kalor pada bahan perekat kotoran sapi memiliki nilai kalor yang relatif tinggi dengan komposisi 15% yaitu 6,635, dikarenakan komposisi kimia dari perekat kotoran sapi merupakan senyawa-senyawa organik seperti gas metana yang akan menghasilkan panas yang jauh lebih tinggi dengan nilai kalor 4000 kal/g daripada perekat amilum yaitu 363 kal/g dan molases 32,12 kal/g (Kale *et al.*, 2019). Penggunaan tepung tapioka sebagai perekat mampu digantikan oleh kotoran yang baru keluar dari perut sapi. Gas metana merupakan salah satu gas yang terkandung pada kotoran sapi yang mampu meningkatkan nilai kalor dalam pembuatan briket. Kandungan kotoran sapi adalah karbon (29,35%), hidrogen (4,38%), oksigen (22,87%), nitrogen (1,85%) dan sulfur (0,37%), nilai kalor 10,90821 MJ/kg (Rachmanita *et al.*, 2024).

Dalam penerapannya terlebih dalam proses pemasaran, tim juga mengadaptasi penerapan konsep green economy dimana konsep dan eksistensi green economy peseyogyanya adalah upaya dalam rangka mencapai pembangunan berkelanjutan. Dimana pembangunan berkelanjutan ini berarti tidak mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam membangun dan memenuhi kebutuhan hidup mereka. Sederhananya, pembangunan ekonomi yang tidak merusak kelestarian alam (Firmansyah, 2022). Dimana dalam program ini dapat dikatakan mengadaptasi konsep dan esensi green economy karena tim menciptakan

produk energi alternatif dari limbah yang semula menjadi polusi organik bagi lingkungan menjadi produk bernilai jual.

2. Target dan Luaran

Pelaksanaan PKM-PM dilakukan pada Dusun Gapplek, Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Dengan mengumpulkan limbah kotoran sapi dan limbah kulit kopi di sekitaran rumah warga lalu mengeringkan kulit kopi dengan alat pirolisis yang dilakukan dengan waktu 2-3 jam hingga menjadi arang, pada proses pirolisis digunakan pirolisis dengan udara terbatas sehingga menjadikan arang kulit kopi yang bagus untuk digunakan sebagai biobriket non-addhesive. Ketika limbah kulit kopi menjadi arang lalu dihomogenkan dengan cara dihaluskan menggunakan blender hingga ukuran 40 Mesh. Setelah itu saring menggunakan saringan berukuran 40 mesh untuk memastikan semua ukuran arang sama. Untuk komposisi biobriket non-addhesive yaitu dengan ratio 85 : 15 yaitu 85% arang kopi dan 15% kotoran sapi yang telah dibersihkan dari serat serat untuk menghasilkan biobriket yang sesuai dengan SNI (Rudiyanto dkk., 2024). Kemudian biobriket non-addhesive tersebut di campur lalu dimasukan kedalam mesin untuk pencetakan dan pemotongan sesuai dengan ukuran. Kemudian hasil dari pencetakan dan telah terpotong di jemur dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang ada didalam biobriket tersebut menjadi kering sempurna. Hasil dari pembuatan biobriket ini menghasilkan nilai kalor sebesar 5020 Cal/gr dan siap dipasarkan.

3. Metodologi

Metode pelaksanaan program terdiri dari beberapa tahapan. Berikut adalah tahapan yang telah dilakukan tim PKM-PM:

3.1. Observasi dan Survei Mitra

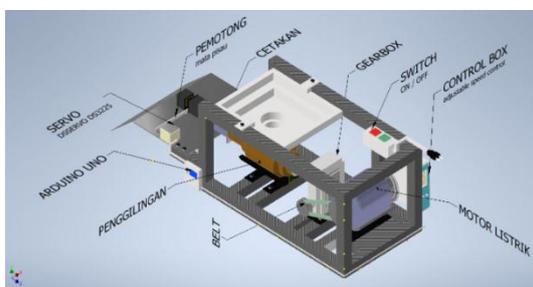
Tahap Observasi dan Survei Mitra dilakukan pada tanggal 4 Februari 2024 di Dusun Gapplek Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Tahap ini melibatkan tim dan mitra dengan mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh mitra.



Dokumentasi kegiatan pada Lampiran 2 Gambar 1

3.2. Fabrikasi Alat dan Pengujian Komposisi

Tahap perancangan dan fabrikasi alat dilakukan dari tanggal 20 Mei 2024 hingga tanggal 24 Juni 2024 di *Workshop Energi dan Mekanik*, Politeknik Negeri Jember. Tahap ini melibatkan tim dan dosen pendamping dengan output berupa alat biobriket, alat pirolisis dan Biobriket *non-addhesive*. Bahan dari alat ini menggunakan besi hollo sebagai kerangkanya, dinamo servo sebagai mesin penggerak alat, dan *gear box* 1 : 40 sebagai pengatur putaran menuju ke gilingan biobriket untuk mengeluarkan briket diantara dinamo servo dengan *gear box* dihubungkan dengan *V belt* sedangkan di alat pirolisis menggunakan *drum*. Dalam hasil pengujian alat biobriket, pada 1 kg bahan baku menghasilkan 28 biobriket Non-Addhesive selama 10 menit dan 6 kg bahan baku menghasilkan 168 biobriket *non-addhesive* dalam 1 jam. Hasil ini juga menunjukkan efisiensi produksi sebanyak 2-3 biobriket per menit. Konsistensi ini menunjukkan bahwa alat bekerja dengan stabil dalam berbagai skala penggunaan bahan baku. Dalam penggunaan listrik alat biobriket menghabiskan daya listrik sebesar 550 Watt.



Gambar 3.2.1. Alat pemotong biobriket

1. **Motor listrik** berfungsi sebagai alat penggerak yang menggunakan energi

listrik untuk menggerakkan penggilingan.

2. **Gearbox** berfungsi sebagai perantara atau transmisi tenaga yang dihasilkan oleh motor listrik menuju penggilingan.
3. **Belt** berfungsi sebagai penghubung energi gerak dari mesin menuju *gearbox*.
4. **Penggilingan** berfungsi untuk menggiling dan mencampur kotoran sapi dengan arang serta mendorongnya keluar ke arah pencetakan.
5. **Cetakan** yang menempel di penggilingan berfungsi untuk menciptakan bentuk briket sesuai yang direncanakan.
6. **Servo** berfungsi sebagai motor penggerak alat potong untuk memotong briket secara otomatis.
7. **Arduino** berfungsi sebagai mikrokontroler untuk memprogram servo agar dapat bergerak 90° dengan kecepatan yang telah ditentukan menggunakan sistem *looping* (berulang).
8. **Alat potong atau mata pisau** yang terhubung dengan servo berfungsi untuk mempermudah proses pemotongan dan menghasilkan pemotongan yang rapi.

3.3. Sosialisasi Program

Tahap sosialisasi program dilakukan pada tanggal 30 Juni 2024 Di Dusun Gapplek Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Melibatkan Tim, dosen pendamping, karang taruna sebagai mitra dan masyarakat sekitar dengan hasil berupa penjelasan tujuan program, manfaat bagi mitra dan bagi masyarakat serta prosedur dan jadwal pelaksanaan kegiatan.

3.4. Implementasi dan Penyerahan Alat

Tahap implementasi dan penyerahan alat dilakukan pada tanggal 9 Juli 2024 di Dusun Gapplek Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Melibatkan tim, dosen pendamping, karang taruna sebagai mitra dan masyarakat setempat. Dengan penggunaan

alat pirolisis, pembuatan biobriket *non-addhesive* dengan limbah kulit kopi dan limbah kotoran sapi lalu penggunaan alat biobriket tersebut.

3.5. Pelatihan, Pendampingan pembuatan biobriket Non-Addhesive dan cara pemasaran

Tahap pelatihan, pendampingan pembuatan biobriket *non-addhesive* dan Cara pemasaran dilakukan pada tanggal 10 Juli, 13 Juli dan 15 Juli 2024 di Dusun Gaplek, Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Melibatkan tim, dosen pendamping dan mitra dengan *output* pendampingan pembuatan biobriket *non-addhesive* dan pemasaran di wisata dan pasar sekitar.

3.6. Penyerahan Buku Pedoman Mitra

Tahap penyerahan buku pedoman mitra dilakukan pada tanggal 11 Juli 2024 di Dusun Gaplek, Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Melibatkan tim, dosen pendamping, mitra dan masyarakat setempat yang diwakilkan oleh ketua RT dengan hasil berupa buku pedoman mitra yang berisi petunjuk penggunaan alat dan pembuatan biobriket *non-addhesive*.

3.7. Pengerjaan Luaran Program

Kegiatan pengerjaan luaran program dilakukan secara bertahap. Melibatkan tim dan dosen pendamping, dengan mencakup luaran wajib seperti penerapan alat, laporan kemajuan, laporan akhir, buku pedoman dan pengelolaan media sosial. Serta terdapat luaran tambahan berupa draft artikel ilmiah, pengajuan hak cipta dan publikasi media massa

3.8. Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan pada tanggal 13 Juli 2024 melibatkan tim, dosen pendamping dan mitra. Dengan hasil berupa analisis hasil pelaksanaan program PKM-PM, evaluasi efektifitas strategi yang digunakan, serta rekomendasi untuk perbaikan dan pengembangan ke depannya. Selain evaluasi

bersama mitra, tim juga mengumpulkan data kuisioner dari mitra dan masyarakat sekitar.

4. Pembahasan

Program PKM-PM dilaksanakan di Dusun Gaplek, Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember dengan mitra karang taruna Dusun Gaplek yang beranggotakan 15-20 orang. Kegiatan dilaksanakan secara *offline* dan telah sesuai dengan *timeline* yang telah disusun. Seluruh kegiatan PKM-PM dilaksanakan selama 16 minggu terhitung dari 15 Mei hingga akhir Agustus.

Tahap pertama adalah observasi dan survei mitra yang telah tim lakukan pada tanggal 4 Februari 2024 di Dusun Gaplek Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Tim melakukan diskusi bersama dengan ketua karang taruna Dusun Gaplek dan ketua RW mengenai masalah yang menjadi urgensi pada Dusun Gaplek berupa banyaknya Limbah kotoran sapi dan kulit kopi yang menumpuk dan belum dapat diolah secara optimal.



Gambar 4. 1 Kegiatan diskusi bersama ketua RW dan perwakilan Karang Taruna Dusun Gaplek, Desa Suci

Untuk menjawab dan mengatasi permasalahan yang dihadapi mitra, tim kami kemudian melakukan *brainstorming* bersama anggota tim dan dosen pendamping dalam mencari solusi dalam permasalahan yang ada. Kemudian tim PKM-PM memiliki inovasi untuk mengolah limbah kulit kopi dan kotoran sapi menjadi biobriket *non-addhesive*. Dalam rangka merealisasikan ide tersebut tim melakukan fabrikasi dan perakitan alat serta pengujian komposisi biobriket *non-addhesive*. Fabrikasi

alat serta pengujian komposisi sampel ini berlangsung kurang lebih 1 bulan dimulai pada tanggal 20 Mei hingga 24 Juni 2024.



Gambar 4. 2 Fabrikasi alat dan pengujian komposisi

Selanjutnya adalah sosialisasi program yang idillakukan pada tanggal 30 Juni di Dusun Gaplek, Desa Suci yang melibatkan karang taruna sebagai mitra dengan susunan acara pengenalan program yang tim usung, tujuan program, manfaat bagi mitra dan bagi masyarakat serta prosedur dan timeline program.



Gambar 4. 3 Sosialisasi Program

Selanjutnya adalah tahap implementasi dan penyerahan alat berupa alat pemotong biobriket, drum pirolisis, dan *packaging*. Dalam penyerahan alat ini juga dibersamai dengan demo alat penggunaan pemotongan biobriket dan drum pirolisis.



Gambar 4. 4 Penyerahan alat dan demo alat

Setelah penyerahan alat terdapat pelatihan, pendampingan pembuatan biobriket non-adhesive dan cara pemasaran. Pendampingan pembuatan biobriket mulai dari pengeringan, pirolisis, penepungan, pencampuran, dan pencetakan. Selanjutnya pendampingan tentang tata cara pemasaran serta design packaging yang menarik. Pendampingan dan pelatihan dilakukan selama 3 hari yaitu pada tanggal 10 Juli, 13 Juli, dan 15 Juli 2024. Selanjutnya adalah penyerahan buku pedoman yang dilakukan pada tanggal 11 Juli 2024 yang diberikan kepada ketua karang taruna yang berisi petunjuk penggunaan alat dan tata cara pembuatan biobriket serta komposisi yang dipakai.

Komposisi biobriket yang dipakai adalah 85% kulit kopi:15% kotoran sapi yang menghasilkan biobriket *non-addhesive* dengan nilai kalor 5020 cal/g. Alat pencetak biobriket memiliki kapasitas 6 kg dan dapat mencetak 28 briket dengan 1 kg bahan dalam waktu 10 menit. Sehingga dalam waktu 1 jam dapat mencetak 6 kg bahan sehingga menghasilkan 168 briket.

5. Kesimpulan

Kegiatan PKM-PM telah dilaksanakan di Dusun Gaplek, Desa Suci, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember dengan output berupa pengadaan alat pencetak biobriket *non-addhesive*, drum pirolisis, serta buku pedoman mitra yang berisi petunjuk pemakaian serta

komposisi biobriket dengan nilai kalor sesuai SNI dengan perbandingan 85% kulit kopi:15% kotoran sapi. Alat pencetak biobriket memiliki kapasitas 6 kg dan dapat mencetak 28 briket dengan 1 kg bahan dalam waktu 10 menit. Sehingga dalam waktu 1 jam dapat mencetak 6 kg bahan sehingga menghasilkan 168 briket. Dengan konsumsi daya alat 550 watt. Lebih lanjut keberhasilan program juga dapat dilihat dari mitra yang telah dapat mengelola limbah menjadi biobriket yang memiliki daya jual serta memahami cara *packaging* serta pemasaran yang baik dan benar. Melalui pemberdayaan inilah tim juga dapat menerapkan *green economy* secara sederhana dengan meningkatkan pembangunan ekonomi di Dusun Gaplek dengan tetap memperhatikan kelangsungan hidup lingkungan.

6. Ucapan Terima Kasih

Tim ucapkan terima kasih kepada Kemendikbudristek, Dit. APTV, Direktorat Belmawa, Puspresnas, BPTI, serta Politeknik Negeri Jember yang telah memberikan bantuan berupa dana, fasilitas pendukung, serta dukungan secara moral selama kegiatan PKM-PM sehingga tim dapat berhasil mengimplemenasikan biobriket non-adhesive dengan nama Nona Briquettes dengan mengolah limbah kotoran sapi dan kulit kopi di Dusun Gaplek, Desa Suci sehingga dapat meminimalkan limbah serta dampak negatifnya serta meningkatkan ekonomi mitra.

7. Daftar Pustaka

- [1] Budiawan, L., Susilo, B. dan Hendrawan, Y. 2014. Pembuatan Dan Karakterisasi Briket Bioarang Dengan Variasi Komposisi Kulit Kopi. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 2 (2):152–160.
- [2] Firmansyah, M. (2022). Konsep Turunan Green economy dan Penerapannya : Sebuah Analisis Literatur. *Jurnal Ecoplan*, 5(2), 141–149.
- [3] Herawati, N. dan Dubron, F. 2017. Pedagang Jagung Rebus Dan Rumah Tangga Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan Dengan Proses Karbonisasi. *Jurnal Distilasi*. 2 (2):39–46.
- [4] Kale, J., Mula, Y.R., Iskandar, T., Anggraini, S.P.A. 2019. Optimalisasi Proses Pembuatan Briket Arang Bambu Dengan Menggunakan Perekat Organik. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur (SENTIKUIN)*. 2:1–7.
- [5] Rachmanita, E.R., Aminullah, M., Susmiati, Y., Febriani, S.D.A. dan Rudiyanto, B. 2024. Manufacturing Non Adhesive Biobriquettes With Main Ingredients From Cow Manure Waste at Dairy Cows Teaching Factory. *International Journal of Technology, Food and Agriculture (TEFA)*. 1 (1):24.
- [6] Saparudin, S., Syahrul, S. dan Nurhayati, N. 2015. Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Hasil Dan Nilai Kalor Briket Campuran Sekam Padi-Kotoran Ayam. *Dinamika Teknik Mesin*. 5 (1):16–24.
- [7] Saputro, D.D., Wijaya, B.R. dan Wijayanti, Y. 2014. Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Kelompok Ternak Patra Sutera. *Jurnal Rekayasa*. 12 (2):91–98.
- [8] Simanihuru, Kiston dan J. Sirait. 2010. Silase Kulit Buah Kopi Sebagai Pakan Dasar pada Kambing Boerka Sedang Tumbuh. Disampaikan pada Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2010.
- [9] Sukamta, M. dan Abdus, A.W. 2022. Pemanfaatan Limbah Ternak Sebagai Pupuk Organik Untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Kimia. *Media Kontak Tani Ternak*. 4 (1):14.
- [10] Wardhana, D.I., Ruriani, E. dan Nafi, A. 2019. Characteristics of Robusta Coffee Husk Obtained from Dry Processing Method of Smallholder Coffee Plantation in East Java. *Agritrop*. 17 (2):214–223.

