

PEMANFAATAN LIMBAH ABU PEMBAKARAN UNTUK BATAKO BERKELANJUTAN: UPAYA BELA NEGARA DI DESA TAWANGARGO

THE USE OF COMBUSTION ASH WASTE FOR SUSTAINABLE CONCRETE BRICK: NATIONAL DEFENSE EFFORTS IN TAWANGARGO VILLAGE

Juwita Dwi Rofia Putri¹, Henny Hidayanti², Silvana Dwi Nurherdiana¹, Erwan Adi Saputro^{1*}

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
(juwitadwi19@gmail.com, myeadiss@gmail.com, silvana.dwi.tk@upnjatim.ac.id,
erwanadi.tk@upnjatim.ac.id)

*Corresponding Author

Abstrak – Kepedulian terhadap lingkungan merupakan penerapan nilai bela negara untuk menjaga kebersihan dan kelestarian hidup. Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kab Malang telah mengimplementasikan pengelolaan sampah bersama dengan membangun dua tempat pembuangan sampah desa. Namun, sampah yang terkumpul belum terpilah dengan baik sehingga proses pembakaran ditempuh untuk mengurangi penumpukan sampah. Oleh karena itu, untuk meningkatkan penyerapan abu pembakaran sampah, maka inovasi batako menjadi suatu urgensi dalam optimasi parameter produksi. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan pemahaman masyarakat dalam memanfaatkan abu pembakaran sampah menjadi produk batako yang memiliki nilai ekonomis. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif sebagai pendekatan utama. Selain itu, penelitian ini juga didukung dengan studi literatur untuk memperkaya analisis, serta menggunakan metode observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk mengumpulkan data tambahan. Bahan yang diperlukan untuk membuat batako adalah pasir, semen, limbah abu pembakaran sampah dan air yang dicampurkan, kemudian dikeringkan selama 14 hari. Hasil daya serap air terendah yang dihasilkan adalah 9,15% dengan bentuk fisik halus, tekstur permukaan yang tidak cacat dan tidak banyak lubang yang berongga. Dengan diadakannya program pengaduan masyarakat di Desa Tawangargo terkait pembuatan dan sosialisasi batako mampu menambah ilmu dan wawasan masyarakat sehingga dapat mengimplementasikannya untuk menambah ekonomi masyarakat dan meningkatkan nilai bela negara melalui kepedulian lingkungan.

Kata Kunci: Batako, Bela Negara, desa Tawangargo, limbah abu, sampah

Abstract – Concern for the environment is the application of national defense values to maintain cleanliness and preserve life. Tawangargo Village, Karangploso District, Malang Regency has implemented joint waste management by building two village waste disposal sites. However, the collected waste has not been properly sorted, so the burning process is used to reduce the accumulation of waste. Therefore, to increase the absorption of ash from burning waste, brick innovation has become an urgency in optimizing production parameters. The aim of this program is to increase public understanding in utilizing the ash from burning waste into brick products so that they have high economic value. The methods used are observation and interviews. The materials needed to make bricks are sand, cement, waste ash from burning rubbish and water which are mixed, then dried for 14 days. The lowest water absorption result produced was 9,15% with a smooth physical shape, a surface texture that was not defective and there were not many hollow holes. By holding a community service program in Tawangargo Village regarding the making and socialization of bricks, it is possible to increase the knowledge and insight of the community so that they can implement it to improve the community's economy and increase the value of defending the nation through environmental awareness.

Keywords: Ash waste, State Defense, Tawangargo village, rubbish.

Pendahuluan

Kerusakan lingkungan yang terjadi di Indonesia sangat beragam, termasuk tanah longsor, banjir, pencemaran udara, pencemaran tanah, dan kebakaran hutan. Banjir dan pencemaran tanah dapat diperburuk oleh sampah yang menumpuk (Murofikoh, 2022). Kerusakan tersebut dapat terjadi akibat kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga lingkungan.

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang sangat serius dan perlu penanganan yang benar karena dapat berdampak pada kesehatan, keselamatan, dan kehidupan manusia (Artiyani, 2010).

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, menjelaskan bahwa yang dimaksud lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang memengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan peri kehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

Hukum lingkungan diartikan sebagai hukum yang mengatur tatanan lingkungan (lingkungan hidup), dalam hal ini berarti bahwa lingkungan mencakup

semua benda dan kondisi. Peran masyarakat terhadap perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sangatlah penting terutama pada masalah sampah (Haryono et al., 2022).

Salah satu cara untuk mengelola sampah adalah dengan pembakaran, seperti yang disebutkan oleh Putri & Kinasti (2019). Namun, cara tersebut justru menimbulkan pencemaran udara.

Penumpukan sampah merupakan bentuk ancaman non-militer (Fathun & Suadhana Ray, 2019), yang jika tidak ditangani akan berdampak pada kedaulatan kesehatan Indonesia. Kedaulatan kesehatan adalah konsep di mana Indonesia dapat secara mandiri mengendalikan sistem kesehatan nasional (Sulistyowarni et al., 2020).

Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso merupakan desa dengan pencarian utama sebagai petani, khususnya petani sayur. Sayuran yang biasa dipanen adalah sawi, kembang kol, tomat, dan jagung dengan rata-rata waktu panen dua minggu hingga empat bulan dan jumlah panen sekitar satu sampai tiga ton. Rotasi panen yang cukup sering setiap harinya mengakibatkan harga jual di pasaran turun dan banyak sayuran yang tidak terjual. Hal ini menyebabkan jumlah sampah organik

meningkat hingga mencapai satu ton per harinya.

Dalam upaya mengurangi penumpukan sampah, pengelola sampah desa melakukan proses pembakaran setiap hari, yang menghasilkan limbah berupa abu pembakaran. Hal ini menyebabkan penumpukan limbah abu pembakaran yang hingga saat ini belum dimanfaatkan. Oleh karena itu, sosialisasi dan pendampingan dalam pemanfaatan limbah abu pembakaran sampah menjadi bahan konstruksi yang berkelanjutan sangat penting dilakukan.

Batako sebagai salah satu bahan konstruksi, terbuat dari campuran pasir, semen portland, dan air, kemudian dibentuk menggunakan cetakan dalam kondisi lembab (Harahap, 2021). Batako dapat dibuat dengan mudah menggunakan peralatan atau mesin sederhana tanpa adanya proses pembakaran sehingga menghemat energi hingga 80% (Jalali, 2016).

Keunggulan penggunaan batako dalam pembangunan rumah antara lain adalah kemampuannya meredam panas dan suara, proses pengerjaan yang lebih cepat, serta kekuatan yang cukup untuk semua jenis bangunan yang biasanya menggunakan batu bata. Selain itu, batako juga lebih ramah lingkungan

dibandingkan dengan batu bata merah yang memerlukan proses pembakaran. (Departemen Pekerjaan Umum, 1982).

Batako yang baik memiliki permukaan yang rata dan saling tegak lurus, mempunyai kuat tekan yang tinggi, sisi-sisinya harus lurus dan tidak mudah dirapihkan dengan tangan (Frick & Koesmartadi, 1999). Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil batako yakni Faktor Air Semen (FAS) dimana jika nilai FAS semakin rendah menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan pada proses pemadatan sehingga menyebabkan mutu produk yang dihasilkan menurun (Barron, 2012). Kekuatan batako juga dipengaruhi oleh tingkat kepadatan (densitas) (Sidabutar et al., 2012).

Permintaan atas batako mempengaruhi kebutuhan bahan baku seperti pasir dan semen, yang harganya sering tidak stabil. Oleh karena itu, penggunaan bahan substitusi memegang peranan penting dalam menjaga kualitas dan kestabilan harga batako (Mallisa, 2011). Saputro (2017) menjelaskan bahwa harga batako di pasar berkisar antara Rp 4.500 hingga Rp 5.000, stabilitas harga ini terjadi hingga tahun 2023.

Dalam penelitian Putri dan Kinasti (2019), limbah sampah dimanfaatkan sebagai bahan tambahan produksi

batako. Bahan pembuatan batako terdiri dari agregat (pasir), semen dan air yang dicampur dengan perbandingan 75: 20: 5 (Suripatty, 2016).

Menurut Muttaqin (2021) bahwa penyerapan air adalah perbandingan antara berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen. Adapun nilai penyerapan air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

Dimana,

A = Massa benda keadaan basah (kg)

B = Massa benda keadaan kering (kg)

Pemahaman dan implementasi bela negara masyarakat dalam pelestarian lingkungan melibatkan kesadaran akan tanggung jawab bersama untuk menjaga dan melestarikan sumber daya alam (Alhudawi et al., 2021). Ini meliputi pemahaman akan pentingnya perlindungan lingkungan sebagai aset nasional yang harus dijaga, serta keterlibatan aktif masyarakat dalam berbagai kegiatan konservasi, pengelolaan, dan rehabilitasi lingkungan (R. Saputro & Najicha, 2022).

Studi ini menegaskan bahwa nilai bela negara dapat terwujud melalui berbagai upaya pelestarian lingkungan, di

antaranya adalah pemanfaatan limbah pembakaran sampah. Pendekatan yang diambil melibatkan sosialisasi dan pendampingan terhadap warga setempat, khususnya di Desa Tawangargo, mengenai produksi dan pengujian karakteristik batako yang menggunakan campuran limbah pembakaran sampah sebagai bahan baku utamanya.

Kegiatan ini merupakan manifestasi dari nilai bela negara, di mana masyarakat diajak untuk berpartisipasi aktif dalam upaya pelestarian lingkungan dengan mengubah limbah menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomis.

Integrasi antara nilai bela negara, pelestarian lingkungan, dan pemanfaatan limbah pembakaran sampah dalam produksi batako tidak hanya membawa manfaat bagi lingkungan hidup, tetapi juga memperkuat kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan demi kesejahteraan bersama (Supriyono et al., 2020).

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman masyarakat akan potensi pemanfaatan abu pembakaran sampah sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk batako dengan nilai ekonomis yang tinggi.

Metode Penelitian

Dalam konteks penelitian ini, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengumpulkan data tentang karakteristik fisik dan kualitas batako yang diproduksi menggunakan campuran limbah abu pembakaran sampah. Dalam pendekatan kuantitatif, data dikumpulkan dalam bentuk angka atau statistik yang dapat diukur, sehingga memungkinkan untuk dilakukan analisis yang lebih sistematis dan obyektif (Creswell & Creswell, 2018). Selain itu, penelitian ini juga didukung dengan studi literatur untuk memperkaya analisis, serta menggunakan metode observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk mengumpulkan data tambahan yang lebih mendalam dan komprehensif.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso dengan abu sampah pembakaran diambil dari dusun Kalimalang.

Alat dan Bahan

Gambar 1 menunjukkan alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan Batako. Alat tersebut terdiri dari alat press batako manual, wadah/ember, mistar, ayakan pasir dan cangkul.

Sedangkan untuk bahan baku yang digunakan untuk membuat batako yaitu

pasir, limbah abu pembakaran sampah, semen dan air.



Gambar 1. Alat dan Bahan

Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Tahapan yang dilakukan untuk menjaga kelancaran dan keberlanjutan kegiatan ini adalah sebagai berikut:

Survei Lapangan

Pada tahap ini, survei dilakukan untuk menginvestigasi langsung kondisi limbah sampah di Dusun Kalimalang, Desa

Tawangargo. Tujuan utama dilakukannya survei lapangan adalah untuk mengumpulkan data empiris yang akurat dan relevan dengan fenomena atau masalah yang sedang diteliti.

Selain itu, wawancara dilakukan dengan seorang Narasumber yang merupakan pengurus Tempat Penampungan Sampah (TPS), wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai pengolahan sampah organik dan anorganik yang dilakukan masyarakat saat ini.

Pelaksanaan

Pelaksanaan pembuatan batako dilakukan dengan beberapa variabel percobaan, di mana semua bahan dicampur, kemudian ditekan untuk adonan yang dihasilkan, lalu dilanjutkan ke tahap pengeringan dan pengujian hingga diperoleh batako sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan laik digunakan.

Perbandingan bahan yang digunakan adalah pasir dan semen (1:1), dengan limbah abu pembakaran sampah dibuat variabel (0; $\frac{1}{2}$; 1) untuk mengetahui perbedaan antara ketiga variabel tersebut. Semua bahan harus diayak terlebih dahulu agar tekstur batako yang dihasilkan lebih halus, memudahkan proses reaksi antar bahan,

dan menghasilkan batako yang lebih halus (Anhadi & Yulianto, 2018).

Pengepresan batako dilakukan menggunakan alat press manual seperti pada Gambar 1. Adonan dimasukkan ke dalam *hopper* alat press penampung, kemudian diberikan tekanan agar adonan masuk dalam cetakan batako dengan ukuran 40 cm x 10 cm x 20 cm.

Sosialisasi dan Pendampingan

Tahap sosialisasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 2, dilakukan untuk memberikan penjelasan terkait dengan lingkungan dan nilai-nilai bela negara yang berkaitan dengan pelestarian lingkungan serta masalah yang berpotensi terjadi di Kawasan Tempat Penampungan Sampah (TPS), tepatnya di Dusun Kalimalang



Gambar 2. Kegiatan sosialisasi
Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Selain itu, dilakukan pendampingan dalam proses pembuatan batako hingga mencapai keberhasilan. Di akhir kegiatan sosialisasi ini, diberikan kuesioner untuk mengetahui pemahaman warga terhadap materi yang telah disampaikan.

Hasil dan Pembahasan

Survei Lapangan

Setelah melakukan survei langsung di Tempat Penampungan Sampah (TPS) Dusun Kalimalang, ditemukan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan, baik dari rumah-rumah warga maupun tengkulak sayur, mencapai satu ton per hari. Sampah tersebut akan dipisahkan menjadi organik dan anorganik.

Sampah organik akan diolah melalui proses pembakaran hingga menjadi abu. Abu hasil pembakaran sampah yang telah menumpuk akan dimanfaatkan sebagai salah satu bahan campuran dalam pembuatan batako.

Sementara sampah anorganik seperti plastik dan botol akan dijual atau didaur ulang menjadi berbagai barang yang bermanfaat.

Pembuatan Batako

Pencampuran bahan

Semua bahan dicampur kemudian ditambahkan dengan air, aduk hingga menjadi adonan yang tidak terlalu encer dan tidak terlalu kering seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini dilakukan agar adonan bisa saling merekat dan tidak mudah retak pada saat dilakukan pengepresan.



Gambar 3. Pencampuran bahan baku pembuatan Batako

Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Menurut Mulyono (2003) mengatakan bahwa jumlah air yang dibutuhkan dalam pembuatan batako adalah 32% dari berat semen agar bisa bereaksi secara sempurna. Air diperlukan untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan mempermudah dalam pengerjaan batako. Apabila jumlah air kurang maka proses reaksi tidak berjalan sempurna dan produk yang dihasilkan mudah retak.

Pengepresan

Pengepresan dilakukan agar diperoleh batako dengan bentuk yang sesuai dengan permintaan pasar.



(a) (b) (c)

Gambar 4. Hasil Pengepresan Batako (a) variabel abu 0; (b) variabel abu ½; (c) variabel abu 1

Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Pengeringan

Jemur batako dengan variable waktu pengeringan 14 hari dibawah sinar matahari. Gambar 3 menunjukkan bentuk fisik dengan adanya penambahan abu pembakaran sebanyak 1 ember membuat hasil batako jauh lebih halus, rapi dan tidak berongga. Didalam abu sampah terdapat senyawa yang tidak terbakar dan mengandung unsur-unsur seperti kalsium, kalium, magnesium, mangan dan silicon (Putril et al., 2018).

Bahan tambahan yang digunakan harus dapat mengubah atau memperbaiki sifat dan karakteristik dari beton yang dihasilkan seperti limbah abu sampah (Anhadi & Yulianto, 2018).

Pengujian

Selain pengujian fisik, penting juga untuk melakukan pengujian terhadap dimensi batako dan kemampuan penyerapan air. Berikut pada tabel 1 adalah hasil pengukuran batako.

Tabel 1. Hasil pengukuran rata-rata Batako

variasi campuran abu	Ukuran rata-rata Batako (mm)		
	Panjang	Lebar	Tinggi
0	393,56	98,67	188,29
0,5	393,39	98,45	189,21
1	393,22	98,53	189,34

Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Tabel 1 menunjukkan bahwa ukuran Panjang, lebar, dan tebal dari batako yang dihasilkan berada dalam batas yang diperkenankan oleh SNI 03-0349-1989 Bata beton untuk pasangan dinding. Untuk ukuran batako yakni 390 x 100 x 190 mm, dengan penyimpangan yang diperbolehkan untuk panjang dan lebar adalah +3 dan -5 mm, sedangkan untuk tebal batako yakni ± 2 mm.

Sementara pada tabel 2 terlihat adanya penurunan tingkat serapan air pada setiap variasi campuran bahan. Variasi yang menggunakan satu ember

abu menunjukkan tingkat serapan air tertinggi, yakni sebesar 12,78%. Hal ini disebabkan oleh keberadaan rongga-rongga pada bahan uji, yang memungkinkan udara dari luar masuk ke dalam pori-pori, menghambat proses pemadatan, dan menyebabkan batako yang dihasilkan memiliki struktur berongga atau berlubang (Syamsuir, 2018).

Semakin banyak jumlah abu yang digunakan, nilai kekuatan tekan batako cenderung menurun, sementara nilai

daya serap air meningkat, dan bobot batako menjadi lebih ringan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Penyerapan Air

Variasi Campuran Abu	Massa Kering (kg)	Massa Basah (kg)	Penyerapan Air (%)
0	14,54	15,87	9,15
0,5	13,32	14,75	10,56
1	12,29	13,86	12,78

Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Penelitian serupa dengan jenis abu yang berbeda telah dilakukan oleh Sahda (2023), dimana dengan kandungan abu terbang (*fly ash*) di atas 30%, batako akan mengalami penurunan kuat tekan, yang kemudian membuat batako menjadi lebih rapuh.

Sosialisasi dan Pendampingan

Berdasarkan kegiatan sosialisasi yang dilakukan terkait pembuatan batako, warga desa memperoleh pengetahuan tentang tata cara pembuatan batako serta komposisi bahan yang digunakan.

Kegiatan sosialisasi ini memiliki beberapa tujuan penting, termasuk untuk mengurangi volume sampah di Desa Tawangargo dengan cara mengolahnya menjadi produk kreatif bernilai ekonomis, dan juga dalam rangka melestarikan lingkungan desa.

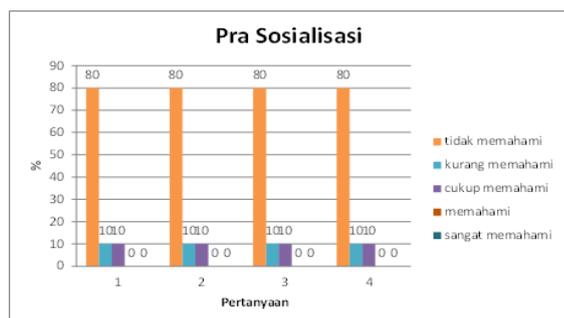
Selain itu, kegiatan ini juga merupakan bentuk implementasi bela negara oleh mahasiswa kepada

masyarakat, dengan cara mengedukasi warga tentang pengelolaan sampah yang bermanfaat dan berkelanjutan. Keterlibatan aktif warga dalam sosialisasi ini menunjukkan kesadaran dan komitmen bersama untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Gambar 6 dan 7 menunjukkan data hasil kuisisioner sebelum dan setelah dilaksanakannya sosialisasi. Data ini menggambarkan perubahan terhadap pemahaman dan sikap warga terhadap pengelolaan sampah dan pembuatan batako dari bahan limbah, yang menjadi indikasi keberhasilan kegiatan sosialisasi tersebut.

Masyarakat diberikan empat jenis pertanyaan di dalam kuisisioner yang menjadi tolak ukur pemahaman peserta sosialisasi atau masyarakat desa Tawangargo. Untuk poin (1) membahas terkait tingkat pemahaman peserta terkait materi yang akan dan telah dilaksanakan. Poin (2) terkait pemahaman mengenai tata cara

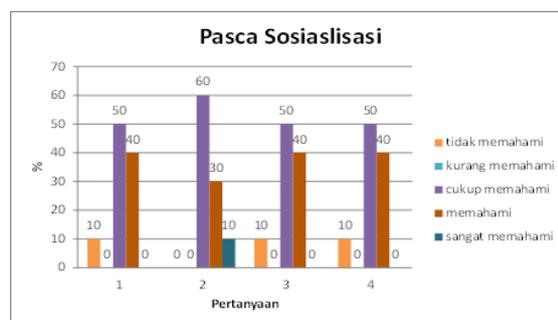
pembuatan batako, poin (3) mengenai tingkat pemahaman peserta terkait potensi ekonomi pembuatan batako dari limbah abu, dan poin (4) terkait tingkat pemahaman peserta akan manfaat dari pembuatan batako dari limbah abu.



Gambar 6. Data kuisioner sebelum sosialisasi
Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Gambar 6 menunjukkan bahwa sebelum dilakukan sosialisasi (pra sosialisasi), sebanyak 80% masyarakat desa Tawangargo tidak memahami cara pembuatan batako. Hal ini dikarenakan tidak ada upaya edukasi yang cukup tentang pembuatan batako. Informasi mengenai proses pembuatan batako dan penggunaan limbah sebagai bahan baku mungkin belum tersosialisasi dengan baik di masyarakat. Masyarakat memiliki akses terbatas terhadap bahan bacaan, media, atau pelatihan yang menjelaskan tentang pemanfaatan limbah, teknologi dan proses pembuatan batako. Serta perhatian dan pengetahuan masyarakat cenderung terfokus pada bidang-bidang

yang lebih relevan dengan mata pencaharian sehari-hari.



Gambar 7. Data kuisioner sesudah sosialisasi
Sumber: Hasil olahan peneliti, 2023

Namun setelah dilakukan penjelasan dan pendampingan mengenai cara pembuatan batako, jumlah komposisi bahan dan potensi limbah abu pembakaran yang dijadikan bahan campuran pembuatan batako, dari Gambar 7 di atas menunjukkan 60% warga desa Tawangargo telah memahami proses pembuatan Batako, mulai dari perbandingan komposisi bahan sehingga menghasilkan Batako yang sesuai Standar SNI.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sosialisasi dan pendampingan kepada masyarakat merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam upaya pemberdayaan masyarakat dalam menghasilkan produk kreatif bernilai ekonomis. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arico & Jayanthi (2018), Aryansah et al (2022), Habib (2021), Rosdiana & Wibowo (2021),

secara konsisten menegaskan pentingnya sosialisasi dan pendampingan dalam memfasilitasi peningkatan kreativitas masyarakat dan menghasilkan produk-produk yang memiliki nilai ekonomis yang signifikan.

Dengan memperkuat pemahaman masyarakat dan memberikan dukungan yang tepat, sosialisasi dan pendampingan dapat menjadi kunci dalam membangun ekosistem inovasi yang dinamis dan berkelanjutan.

Pendampingan yang mencakup pembinaan karakter dan kesadaran sosial juga dapat memperkuat rasa tanggung jawab individu terhadap negara dan masyarakatnya. Dengan demikian, sosialisasi dan pendampingan tidak hanya memperkuat kreativitas individu dalam menghasilkan produk bernilai ekonomis, tetapi juga membangun fondasi yang kuat bagi partisipasi aktif dalam memajukan kemajuan ekonomi dan sosial negara, sejalan dengan semangat bela negara.

Kesimpulan, Rekomendasi dan Pembatasan

Dari hasil pembuatan Batako, ditemukan bahwa variasi komposisi batako yang optimal terjadi dengan penambahan limbah abu sebanyak satu

ember. Batako yang dihasilkan dari komposisi ini memiliki karakteristik yang signifikan, termasuk bentuk fisik yang lebih rapi, tekstur yang halus, tidak memiliki cacat atau kecacatan, tidak berongga, dan memiliki tingkat daya serap air sebesar 12,78%. Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa metode sosialisasi dan pendampingan yang dilakukan secara langsung lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman masyarakat dari tahap permasalahan hingga tahap produksi produk yang dihasilkan.

Dari penelitian ini memberikan rekomendasi kegiatan selanjutnya dapat berfokus pada penerapan sosialisasi dan pendampingan dari sisi efisiensi produksi, termasuk aspek energi, biaya, dan kapasitas produksi.

Pembatasan dari rekomendasi ini adalah bahwa dalam penelitian ini belum menyelidiki secara mendalam tentang implementasi konkretnya. Misalnya, tidak memberikan panduan praktis tentang bagaimana menerapkan sosialisasi dan pendampingan untuk meningkatkan efisiensi produksi dari segi energi, biaya, dan kapasitas produksi secara spesifik.

Daftar Pustaka

Alhudawi, U., Simatupang, E., &

- Rachman, F. (2021). Membangun Kesadaran Bela Negara Masyarakat Pedesaan Berbasis Nilai Kearifan Lokal. *Jurnal Muara Ilmu Sosial, Humaniora, Dan Seni*, 5(2), 529. <https://doi.org/10.24912/jmishumsen.v5i2.10156.2021>
- Anhadi, A. R., & Yulianto, H. (2018). Karakteristik Kuat Tekan dan Penyerapan Air Batako dengan Penambahan Serbuk Kayu dan Fly Ash. *Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia*. https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/13057/08_naskah publikasi.pdf?sequence=18&isAllowed=y
- Arico, Z., & Jayanthi, S. (2018). Pengolahan limbah plastik menjadi produk kreatif sebagai peningkatan ekonomi masyarakat pesisir. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31604/jpm.v1i1.1-6>
- Artiyani, A. (2010). Pemanfaatan Abu Pembakaran Sampah Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Paving Block. *Spectra*, VIII(16), 1–11. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/2925>
- Aryansah, J. E., Alfitri, A., Prabujaya, S. P., Abror, M. Y., & Kholek, A. (2022). Sosialisasi dan pendampingan pembentukan bank sampah dengan menggunakan modal sosial masyarakat untuk menciptakan desa bersih dan sehat di Desa Burai Kecamatan Tanjung Batu Kabupaten Ogan Ilir. *SWARNA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(3), 296–304. <https://doi.org/https://doi.org/10.55681/swarna.v1i3.126>
- Barron, A. (2012). Pengaruh Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah Dengan Plesteran. *Sinteks: Jurnal Teknik*, 1(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.0001/12>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications. <https://books.google.co.id/books?id=s4ViswEACAAJ>
- Departemen Pekerjaan Umum. (1982). *Persyaratan Umum - Bahan Bangunan di Indonesia*. <https://simantu.pu.go.id/content/?id=4172>
- Fathun, L. M., & Suadhana Ray, I. N. A. (2019). Pengelolaan Sampah Plastik sebagai Ancaman Keamanan Maritim di Indonesia di Pandeglang. *Jurnal Keamanan Nasional*, 5(2), 137. <https://doi.org/10.31599/jkn.v5i2.442>
- Frick, H., & Koesmartadi, C. (1999). *Ilmu Bahan Bangunan: Eksploitasi, pembuatan, penggunaan dan pembuangan*. Penerbit Kanisius.
- Habib, M. A. F. (2021). Kajian teoritis pemberdayaan masyarakat dan ekonomi kreatif. *Ar Rehla: Journal of Islamic Tourism, Halal Food, Islamic Traveling, and Creative Economy*, 1(2), 82–110. <https://doi.org/https://doi.org/10.21274/ar-rehla.v1i2.4778>
- Harahap, S. (2021). Analisa Perbandingan Biaya Serta Waktu Pelaksanaan Material Dinding Batu Bata dan Batako Pada Rumah Type 36. *Education and Development*, 9(3), 20–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.37081/ed.v9i3.2645>

- Haryono, T., Swastanto, Y., Sumantri, S. H., Suhirwan, S., & Jupriyanto, J. (2022). Pengembangan Sumber Daya Manusia Melalui Kolaborasi Perguruan Tinggi, Organisasi Profesi, Industri, Dan Pemerintah Dalam Industri Pertahanan Sebagai Bagian Penting Dalam Strategi Pertahanan Negara. *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, 12(1), 62. <https://doi.org/10.33172/jpbh.v12i1.1210>
- Jalali, N. A. K. (2016). Pemanfaatan Abu Enceng Gondok Dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Batako. *INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 12(1), 25–36. <https://doi.org/10.21831/inersia.v12i1.10345>
- Mallisa, H. (2011). Studi Kelayakan Kualitas Batako Hasil Produksi Industri Kecil di Kota Palu. *Media Litbang Sulteng*, 4(2). <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/MLS/article/view/112>
- Murofikoh, D. I. (2022). Kesadaran Bela Negara Terhadap Lingkungan Melalui Pengawasan Dan Penegakan Hukum. *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, 12(3), 234. <https://doi.org/10.33172/jpbh.v12i3.1880>
- Muttaqin, A. I. (2021). Pengaruh Penggunaan Limbah Styrofoam sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Mutu Batako. Universitas Mataram. <http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/22169>
- Putri, D., & Kinasti, R. M. . (2019). Pemanfaatan Limbah Abu Pembakaran Sampah Non Organik Sebagai Bahan Substitusi Pasir Pada Pembuatan Paving Block. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 12(1), 1–7. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5151>
- Putril, D., Kinasti, R. M. A., Lestari, E., & Agung, M. (2018). Penggunaan Abu Pembakaran Sampah Sebagai Substitusi Pasir Pada Batako. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 125–130. <https://docplayer.info/123691166-Penggunaan-abu-pembakaran-sampah-sebagai-substitusi-pasir-pada-batako.html>
- Rosdiana, A., & Wibowo, P. A. (2021). Program Pendampingan Daur Ulang Sampah Sebagai Upaya Pengurangan Polusi Lingkungan Melalui Transformasi untuk Nilai Tambah Ekonomi. *KUAT: Keuangan Umum Dan Akuntansi Terapan*, 3(2), 95–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.31092/kuat.v3i2.1203>
- Sahda, M. F. (2023). Analisis Kualitas Kuat Tekan dan Struktur Mikro Batako dengan Campuran Abu Terbang [Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/47375>
- Saputro, I. T. (2017). Formulasi Proporsi Styrofoam Terhadap Pasir Merapi dan Pengaruhnya pada Kuat Tekan dan Kuat Lentur Batako Ringan. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 3(1). <https://doi.org/10.33506/rb.v3i1.8>
- Saputro, R., & Najicha, F. U. (2022). Penerapan Rasa Bela Negara Pada Generasi Muda Di Era Globalisasi. *Journal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial*, 14(2), 207–211. <https://ejournal.upr.ac.id/index.php/JP-IPS/article/download/7715/4032>
- Sidabutar, R. A., Pasaribu, P., & Pane, P. R.

(2012). *Analisa limbah konstruksi sebagai bahan baku batako.*

Sulistyowarni, I., Sundari, S., & Halim, S. (2020). Potensi Komoditi Perdagangan Pisang Dalam Rangka Memenuhi Permintaan Dan Mendukung Ketahanan Pangan Ditinjau Dari Perspektif Ekonomi Pertahanan (Studi Di Kabupaten Bogor). *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, 10(3), 317. <https://doi.org/10.33172/jpbh.v10i3.1058>

Supriyono, S., Prakoso, L. Y., & Sianturi, D. (2020). Pentingnya penanaman nilai-nilai kebangsaan bagi masyarakat pesisir pulau terdepan sebagai upaya keikutsertaan warga negara dalam bela negara. *Jurnal Strategi Pertahanan Laut*, 6(3).

Suripatty, H. J. (2016). Analisa Kualitas Proses Produksi Analisa Kualitas Proses Produksi Produk Batu Batako PT. Karya Papua Nabire. *Jurnal FATEKSA*, 1(1), 31–38. <https://uswim.ejournal.id/fateksa/article/view/16>