

## Pengaruh Penambahan Abu Sampah Organik Dan Anorganik Dalam Pembuatan Batako

Masthura<sup>1</sup>, Abdul Halim Daulay<sup>2</sup>, Bella Novita Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

### ABSTRAK

Limbah merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan hidup di Indonesia. Salah satu pengolahan limbah yang dapat dimanfaatkan adalah dengan cara merekayasanya menjadi bahan campuran dalam pembuatan batako. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sampah organik dan anorganik terhadap karakteristik batako yang dihasilkan. Variasi persentase abu sampah organik atau anorganik, semen, dan pasir adalah pada variasi organik yaitu A1 : 0% : 30% : 70%, A2 : 5% : 25% : 70%, A3 : 10% : 20% : 70%, pada variasi anorganik yaitu B1 : 0% : 30% : 70%, B2 : 5% : 25% : 70%, B3 : 10% : 20% : 70% dengan FAS sebesar 0,5. Pada penelitian ini, pengujian yang akan dilakukan meliputi: pengujian sifat fisis dan sifat mekanik. Dengan menambahkan abu limbah organik dan abu limbah anorganik sebagai alternatif bahan tambah pada semen memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat batako. Semakin besar kandungan komposisi abu sampah organik dan anorganik maka menghasilkan peningkatan pengukuran dan pengujian pada densitas, daya serap air, kuat tekan, dan kuat patah. Komposisi penambahan abu sampah organik dan anorganik yang optimal adalah A2 (5% : 25% : 70%) dan B2 (5% : 25% : 70%). Hal ini ditunjukkan dari nilai daya serap air yang lebih rendah dan kuat tekan serta kuat patah yang lebih tinggi dari sampel lainnya.

### ABSTRACT

Waste is one source of environmental pollution in Indonesia. One way of processing waste that can be utilized is by engineering it into a mixture for making batako. The aim of this research is to determine the effect of adding organic and inorganic waste ash on the characteristics of the batako produced. Variations in the percentage of organic or inorganic waste ash, cement and sand are in organic variations, namely A1 : 0% : 30% : 70%, A2 : 5% : 25% : 70%, A3 : 10% : 20% : 70%, in inorganic variations, namely B1 : 0% : 30% : 70%, B2 : 5% : 25% : 70%, B3 : 10% : 20% : 70% with a FAS of 0.5. In this research, the tests that will be carried out include: testing physical properties and mechanical properties. Adding organic waste ash and inorganic waste ash as alternative additives to cement has a significant influence on the properties of the batako. The greater the composition of organic and inorganic waste ash, the greater the measurement and testing of density, water absorption, compressive strength and fracture strength. The optimal composition for adding organic and inorganic waste ash is A2 (5% : 25% : 70%) and B2 (5% : 25% : 70%). This is indicated by the lower water absorption value and higher compressive strength and fracture strength than other samples.

**Kata Kunci:** Batako, abu organik, abu anorganik, karakteristik

Email Address: <sup>3</sup> [bellanovitasari340@gmail.com](mailto:bellanovitasari340@gmail.com)

DOI: <http://dx.doi.org/10.30829/jistech.v9i2.21552>

Received 7 September 2024; Received in revised form 2 December 2024; Accepted 19 December 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

### Pendahuluan

Perkembangan infrastruktur khususnya di Indonesia yang semakin meningkat menyebabkan meningkatnya keperluan akan material bangunan. Material bangunan yang biasa digunakan untuk pembangunan di antaranya batu, pasir, semen, serta bahan-bahan lainnya. Selain kenaikan harga tanah, biaya konstruksi yang tinggi juga menjadi masalah selama konstruksi [1].

Sekarang, batu bata atau bata merah masih banyak digunakan pada perumahan di Indonesia karena bahan tersebut sangat gampang didapatkan serta memiliki harga yang lebih murah dibandingkan material lain dengan kegunaan yang tidak berbeda. Salah satu material utama yang digunakan pada pembuatan batu bata ialah tanah liat yang bahannya sangat melimpah di bumi. Upaya tersebut terutama dilaksanakan bagi sebagian masyarakat

dan telah menyebar di Indonesia [2].

Dampak yang baik dari langkah tersebut adalah semakin banyak lowongan pekerjaan yang tercipta untuk masyarakat untuk mengatasi dari ekonomi yang makin meningkat, tetapi ada juga dampak negatifnya yaitu rusaknya lahan pertanian. Meningkatnya kebutuhan akan perumahan juga meningkatkan permintaan akan bahan bangunan tersebut. Pada bangunan penggunaan batako sudah sering dilakukan terutama untuk mendirikan sebuah dinding [3].

Batako merupakan salah satu dari sekian banyak material bangunan yang memiliki bentuk batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dan untuk perawatannya diletakkan di tempat lembab dalam artian tidak langsung terkena sinar matahari serta hujan, namun dalam membuat batako tersebut bahan-bahan yang sudah menjadi adonan dimasukkan ke dalam cetakan dan dicetak sesuai dengan kebutuhan, batako tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat dinding [4]. Terdapat dua jenis batako yang sering dijumpai di toko bangunan yaitu berupa batako yang memiliki lubang dan batako yang tidak memiliki lubang serta tersedia dalam berbagai ukuran. Batako terbuat dari campuran semen, pasir dan air yang dipress dengan ukuran standard. Komposisi batako tersusun atas pasir, semen, dan air dengan perbandingan 75: 20: 5. Perbandingan komposisi ini sesuai dengan Pedoman Teknis yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 1986 [5]. Dalam SNI 03-0349-1989 telah dipaparkan tentang persyaratan fisis batako seperti tercantum pada tabel 1 [6].

**Tabel 1.** Persyaratan Fisik Batako Berdasarkan SNI 03-0349-1989

No	Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal			
			I	II	III	IV
1	Kuat tekan bruto rata-rata minimum	Kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25
2	Kuat tekan bruto masing-masing benda uji	Kg/cksm <sup>2</sup>	90	65	35	21
3	Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

Batako sering dipilih sebagai dinding karena memiliki beberapa keunggulan dan juga kelebihan dibandingkan dengan batu bata merah. Batako sendiri dapat dikatakan lebih hemat dibandingkan dengan bahan material lainnya, di mana selain lebih lebar, harganya juga tidaklah terlalu mahal. Selain itu, batako juga terkenal akan kemudahannya untuk ditata karena bersifat sangat ringan serta tidak mudah rusak. Batako juga memiliki permukaan yang halus, sehingga tidak banyak membutuhkan pelapisan yang tidak diperlukan. Kegunaan batako yang pertama dan yang paling utama adalah dijadikan untuk dinding pada sebuah bangunan. Batako memiliki sebuah keunggulan di mana kedap 3 dengan air sehingga tidak akan menyebabkan air hujan rembes. Tidak hanya dapat dijadikan sebagai dinding, batako juga sangat cocok untuk dijadikan partisi antar ruangan. Sifatnya yang kuat dan juga tidak mudah rusak, membuat batako sangat sering dipilih untuk dijadikan partisi [7].

Namun dengan seiring berjalannya waktu penambahan bahan-bahan lain juga sering dilakukan oleh pengrajin batako. Misalnya abu yang terbuat dari sampah, baik itu organik maupun anorganik. Sampah adalah masalah yang sangat biasa terjadi di kehidupan. Sampah adalah bahan sisa dari kegiatan pembuangan baik dari pabrik maupun rumah. Sampah atau limbah dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk bahan yang keberadaannya sangat tidak disukai masyarakat setelah penggunaannya berakhir. Sampah merupakan permasalahan besar di setiap tempat terutama di negara berkembang. Semua sampah baik itu organik maupun non-organik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan [8].

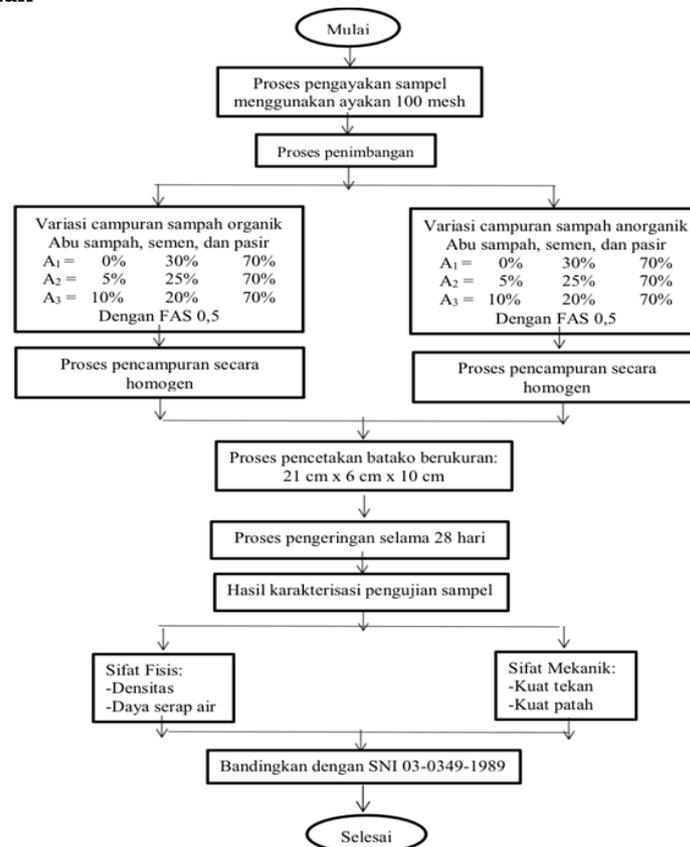
Bahan sisa yang disinggung merupakan semua yang didapatkan baik dari hewani, nabati serta dari manusia itu sendiri yang sudah tidak dapat digunakan lagi. Bentuk limbah dapat berubah padatan, cairan atau gas. Limbah lazimnya berwujud benda-benda yang sudah tidak dipakai lagi oleh pemilik rumah, seperti tanah, kaleng air minum, dedaunan, plastik, dan sejenisnya. Sampah organik dan anorganik adalah kategori yang membedakan sampah [9]. Sampah atau limbah organik merupakan jenis sampah yang mudah terurai (membusuk) serta dapat diolah sehingga menjadi pupuk kompos pada bidang pertanian. Contoh dari sampah organik yaitu sayuran, dedaunan dan sebagainya. Sampah anorganik merupakan sampah yang menjadi musuh bagi alam karena keberadaannya di bumi dapat menjadi penyebab utamanya bencana alam karena sampah jenis ini memiliki sifat yang susah terurai bahkan membutuhkan waktu ratusan tahun untuk membuatnya terurai. Contoh dari sampah anorganik yaitu plastik, ban, kaca, tempat minuman yang terbuat dari plastik, kaleng dan sebagainya [10].

Dari permasalahan di atas dilakukan pembuatan batako dengan bahan tambahan dari sampah organik. Hal ini bertujuan untuk mendapati pengaruh penambahan abu sampah organik dan anorganik terhadap sifat batako yang dihasilkan, serta untuk mengetahui variasi komposisi yang optimal antara abu sampah organik dan anorganik agar batako yang dihasilkan dapat memenuhi SNI 03-0349-1989.

**Metodologi Penelitian**

Penggunaan metode pada penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan melaksanakan pendekatan dengan kuantitatif. Penggunaan sampel yaitu abu sampah organik dan anorganik, di mana sampel abu diperoleh dari bahan-bahan organik dan anorganik yang telah di bakar pada suhu tinggi hingga berubah menjadi abu. Pengujian sampel batako berguna dalam mengetahui hubungan karakteristik ciri fisik dan mekanik dengan komposisi bahan. Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini sebagai berikut: Ayakan 100 mesh , Neraca analitik Gelas ukur 500 ml, UTM (*Universal Testing Machine*) merupakan mesin pengujian yang berfungsi untuk mengetahui kekuatan, ketahanan, dan struktur suatu bahan atau material, Jangka sorong, Cetakan kubus (6 cm × 21 cm × 10 cm), Sendok Semen, Wadah/ember. Komposisi penambahan semen dan abu sebesar pada penelitian ini menggunakan perbandingan 30%:0%, 25%:5%, dan 20%:10%.

**a. Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Pembuatan Batako

**b. Prosedur Penelitian**

prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini pertama pembuatan abu organik dan anorganik dari sampah dengan membakar sampah tersebut dengan manual dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Kemudian menyediakan bahan serta alat yang akan digunakan untuk pembuatan batako seperti ember, cetakan, semen, air, pasir, gelas ukur dan neraca analitik. Selanjutnya bahan ditimbang dengan komposisi yang telah ditetapkan dan dimasukkan ke dalam wadah diaduk sampai merata dan dimasukkan kedalam cetakan dan dipadatkan. Setelah itu, keluarkan sampel dari cetakan dan dikeringkan selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian.

**c. Uji Karakterisasi**

**1. Kuat Tekan**

Kekuatan tekan suatu material dapat dicirikan sebagai kapasitas material untuk menanggung beban dan gaya mekanis hingga kegagalan. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menentukan kuat tekan batako.

$$P = \frac{F_{maks}}{A}$$

Dengan:

- P = Kuat tekan (N/m<sup>2</sup>)
- Fmaks = Gaya maksimum
- A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

**2. Kuat Patah**

Kekuatan patah menampilkan ukuran kestabilan bahan pada intensitas mekanis dan panas.

Perhitungan pengukuran kuat patah ini bisa menerapkan rumus berikut:

$$Bs = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dengan:

- P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (N)
- L = Jarak (bentang) antara dua garis peletakan (mm)
- b = lebar tampang lintang pada arah horizontal (mm)
- h = lebar tampang lintang pada arah vertikal (mm)

3. Daya Serap Air

Pori-pori atau rongga memiliki dampak yang signifikan terhadap seberapa banyak air yang diserap oleh sampel. Rumus untuk kapasitas penyerapan air adalah sebagai berikut:

$$DSA = \frac{m_k - m_b}{m_k}$$

Dengan:

- Mb = Massa sampel setelah direndam (kg)
- Mk = Massa kering (kg)

4. Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. pada standard SNI 03-0349-1989 dan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m_s}{V}$$

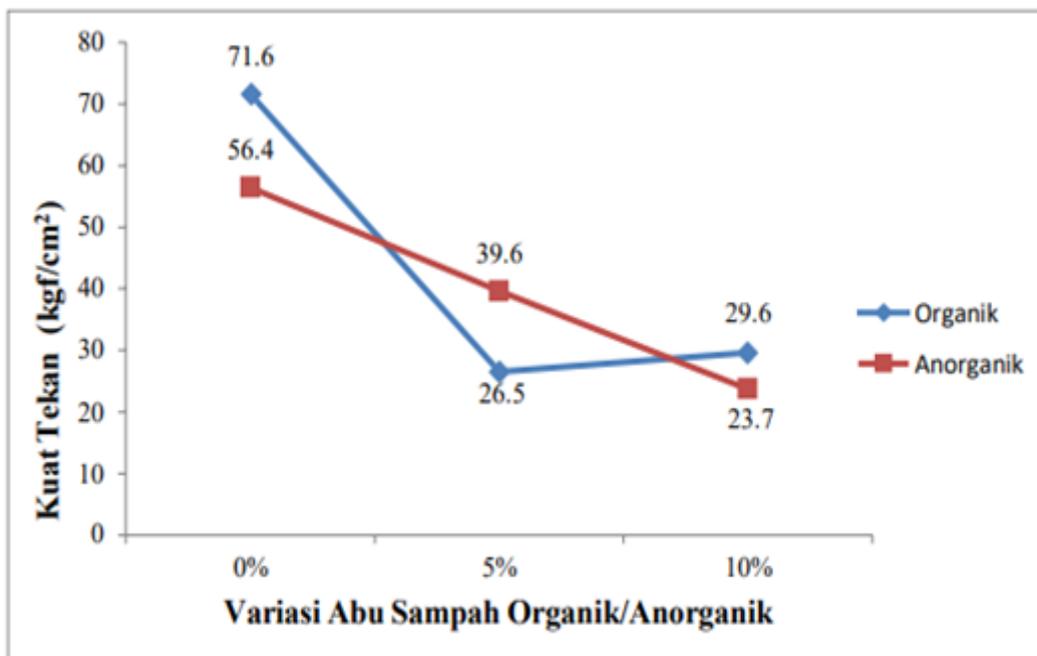
Dengan:

- $\rho$  = Massa jenis batako / densitas (kg/m<sup>3</sup>)
- ms = Massa sampel kering (kg)
- V = Volume sampel (m<sup>3</sup>)

Hasil dan Pembahasan

a. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan tekanan maksimal yang bisa dipikul oleh sampel batako. Uji kuat tekan batako dilaksanakan dengan memanfaatkan alat *Universal Testing Machine* (UTM) guna mengetahui kuat tekan hancur sampel yang diuji. Hasil uji kuat tekan sampel organik dan anorganik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Uji Kuat Tekan Terhadap Batako Dengan Variasi

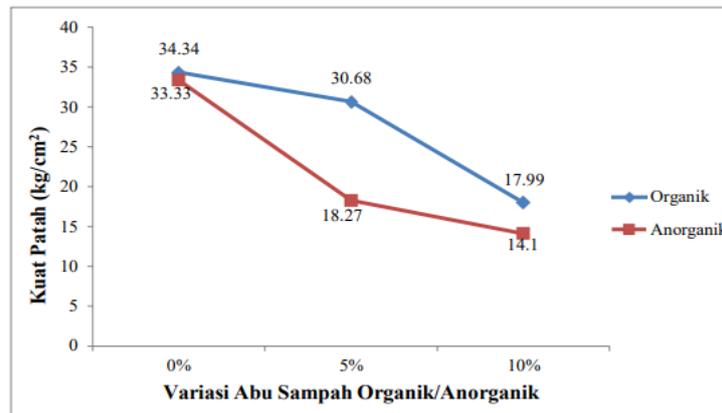
Gambar 2 menunjukkan nilai kuat tekan cenderung akan menurun sejalan dari bertambah abu sampah organik dan anorganik. Hal tersebut karena terdapat efek interaksi densitas dengan kekuatan tekan terhadap grafik tersebut menampilkan kecilnya densitas menghasilkan rendahnya kuat tekan batakonya, dan kebalikannya apabila tingginya densitas menghasilkan besarnya kekuatan tekan batako. Nilai kuat tekan pada batako yang mengandung abu sampah organik lebih tinggi dari abu sampah anorganik disebabkan abu sampah organik mempunyai kemampuan penyerapan pada air yang sangat tinggi. Penyerapan kadar air yang terdapat pada sampel abu organik

menjadi pengganggu respon daya ikat agregat dari semen. Hal tersebut diakibatkan karena dalam pengikatan agregat, semen memerlukan air yang mencukupi sehingga mengakibatkan nilai kuat tekan yang diperoleh mengalami penurunan.

Penambahan persentase abu baik itu abu organik maupun anorganik berpengaruh terhadap sifat mekanik batako yang didapatkan. Menurut SNI nilai minimum kuat tekan pada batako yaitu 21 kgf/cm<sup>2</sup>. Dari hasil pengamatan dapat ditarik kesimpulan bahwa seluruh persentase penambahan abu mendapatkan nilai kuat tekan diatas 21 kgf/cm<sup>2</sup>, maka seluruh sampel kuat tekan telah memenuhi SNI.

**b. Kuat Patah**

Kuat patah merupakan kekuatan maksimum yang dapat ditahan oleh sampel batako sehingga mengalami retak atau patah. Uji kuat patah batako dilaksanakan dengan memanfaatkan alat *Universal Testing Machine (UTM)* untuk mengetahui kuat patah sampel yang diuji. Data hasil uji kuat patah sampel organik dapat dilihat sebagai berikut:

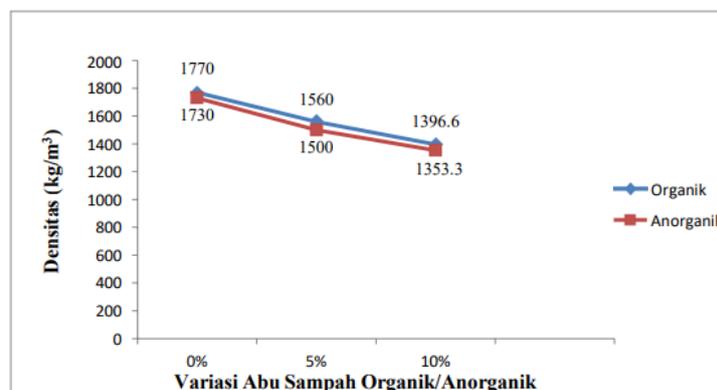


**Gambar 3.** Hasil Uji Kuat Patah Terhadap Batako Dengan Variasi

Gambar 3 menunjukkan nilai kuat patah mengalami penurunan sejalan dari besarnya campuran abu organik dan anorganik. Hal tersebut diakibatkan kurangnya homogenisasi bahan kombinasi batako dan kurang padat ketika batako dicetak. Di jenis campuran 5-10% terjadi penurunan ini disebabkan karena semakin banyaknya penambahan abu sampah, kurangnya perekatan abu pada sampel dan semakin kurang penggunaan semen di dua jenis campuran tersebut sehingga mengakibatkan nilai kuat patah batako mengalami penurunan yang signifikan. Penambahan persentase abu baik itu abu organik maupun anorganik berpengaruh terhadap sifat mekanik batako yang dihasilkan. Semakin banyak tambahan abu maka nilai kuat patah semakin menurun. Menurut SNI nilai minimum kuat patah pada batako yaitu 10,03 kgf/cm<sup>2</sup>. Maka dari hasil pengamatan seluruh sampel batako dengan tambahan abu dari 5% dan 10% telah memenuhi SNI.

**c. Densitas**

Densitas merupakan massa sampel yang ada di satu satuan volume. Tingginya massa jenis sebuah benda menghasilkan besarnya massa masing-masing volume. Massa jenis rata-rata masing-masing benda adalah jumlah seluruh massa dibagikan total volume. Pada sampel batako dilaksanakan menggunakan langkah sampel yang sudah diproses pembakaran lalu penimbangan massa kering yang kemudian dihitung volume batako tersebut. Data hasil pengukuran ini dapat dilihat sebagai berikut:



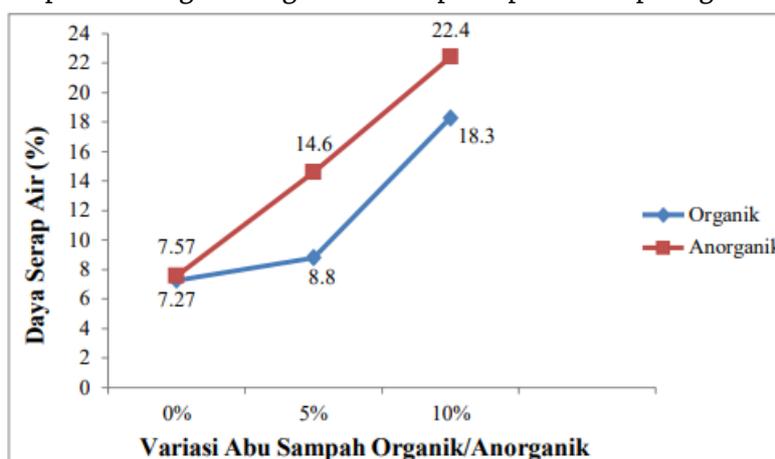
**Gambar 4.** Hasil Uji Densitas Terhadap Batako Dengan Variasi

Gambar 4 menunjukkan nilai densitas optimal pada batako terdapat pada sampel organik yaitu sebesar

1560,0 kg/m<sup>3</sup>. Nilai densitas optimal terdapat pada sampel anorganik yaitu sebesar 1500,0 kg/m<sup>3</sup>. Pada variasi yang sama nilai abu sampah anorganik lebih rendah dari abu sampah organik. Hal ini terjadi karena semakin besar kandungan abu organik/anorganik maka nilai densitas semakin rendah dan semakin besar pula daya serap air pada batako. Kenaikan nilai densitas berpengaruh nyata terhadap batako yang dihasilkan. Hal ini bersesuaian dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu [11], nilai-nilai yang dihasilkan semakin tinggi dengan massa abu sampah organik/anorganik yang semakin sedikit memenuhi kategori batako yang optimal.

#### d. Daya Serap Air

Pengukuran daya serap air dilakukan memiliki tujuan dalam melihat kapasitas batako untuk melakukan penyerapan air terhadap setiap jenis sampel menggunakan langkah perendaman sampel batako terhadap wadah baskom yang sudah diisi air selama kurang lebih 24 jam. Proses uji daya serap ini dilaksanakan dengan cara membakar sampel lalu ditimbang massa keringnya ( $m_k$ ) lalu direndam selama 24 jam kemudian dilakukan penimbangan sampel saat basah ( $m_b$ ). Pengujian daya serap mengacu pada standar pengujian SNI 03-0349-1989. Hasil pengukuran daya serap air masing-masing variasi sampel dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Hasil Daya Serap Air Terhadap Batako Dengan Variasi

Gambar 5 menunjukkan nilai daya serap air sampel batako yang mengandung abu sampah organik lebih rendah dari pada batako yang mengandung abu sampah anorganik. Hal ini dikarenakan sifat fisik abu anorganik yang memiliki daya serap air yang tinggi sehingga mengganggu pengikatan pada agregat dan mengakibatkan air banyak diserap oleh abu anorganik. Dari hasil pengamatan terlihat bahwa penambahan persentase abu berpengaruh terhadap massa batako baik itu batako dengan abu organik maupun abu anorganik dari sebelum dan sesudah batako tersebut direndam. Pada batako dengan tambahan semen dan abu organik dan anorganik telah memenuhi SNI. Dikarenakan mempunyai nilai daya serap air dibawah 35%. Besarnya tambahan kandungan abu kedalam adonan batako maka nilai densitas semakin rendah dan semakin tinggi pula daya serap air.

Penggunaan abu organik dan anorganik pada pembuatan batako sangat bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan sekitar. Salah satu manfaat pada masyarakat ialah dapat menghemat biaya pembangunan mengingat campuran agregat pada pembuatan rumah semakin tahun semakin mahal. Selain itu, sampah organik dan anorganik dapat dimanfaatkan secara efisien sehingga mengurangi dampak terhadap pencemaran lingkungan yang semakin hari semakin meningkat. Seperti yang kita ketahui bahwasannya butuh waktu yang sangat lama untuk menguraikan sampah anorganik. Oleh karena itu, penelitian ini sangat berguna dalam mengatasi permasalahan sampah khususnya di negara Indonesia ini.

#### Kesimpulan

Hasil dari penelitian menunjukkan penambahan abu organik dan anorganik terhadap batako sangat berpengaruh terhadap karakteristik batako yang dihasilkan. Semakin besar kandungan komposisi abu sampah organik dan anorganik maka akan dihasilkan peningkatan pada nilai daya serap air dan penurunan pada nilai densitas, kuat tekan, dan kuat patah. Komposisi yang optimal untuk penambahan abu terhadap batako yaitu variasi persentase abu sampah organik atau anorganik, semen, dan pasir (5%, 25% dan 70%). Hal ini ditunjukkan dari nilai daya serap air yang lebih rendah dan kuat tekan serta kuat patah yang lebih tinggi dari sampel lainnya. Dengan adanya penelitian ini tidak menutup kemungkinan untuk kedepannya dapat diaplikasikan pada pembangunan perumahan nasional dengan skala yang lebih besar dan permasalahan terhadap sampah akan semakin teratasi. Keterbatasan pada penelitian ini adalah pada pencetakan dan pengadukan yang masih manual. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya lebih memilih sampah yang spesifik seperti kertas atau plastik sehingga pada proses pembuatan dan pengujian mendapatkan hasil yang optimum.

**Daftar Pustaka**

- [1] H. Luluk, *Teknologi Pengolahan Sampah Skala Besar: Ecobrick, Minyak Pirolisis, Batako dan Paving Block, dan Campuran Aspal*, Yogyakarta: Hijaz Pustaka Mandiri, 2018.
- [2] R. L. I. Deane R. O. Walangitan, "Analisis Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Merah Dengan Bata Ringan," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 8, no. 3, pp. 311-318, 2020.
- [3] A. Sutino Kirana, *Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Dinding Bangunan Gedung dengan Bata Ringan dan Kalsiboard*, Bali: Universitas Udayana, 2016.
- [4] E. Jumiati, *Karakteristik Sifat Fisis Batako Berbahan Limbah Kertas*, Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2021.
- [5] I. Hendriyani, Rahmat and S. M. Devi, "Kajian Pembuatan Batako Dengan Penambahanlimbah Kertas Hvs," *SNITT*, vol. 1, pp. 316-321, 2017.
- [6] BSN, *SNI (Standar Nasional Indonesia) 03-0349-1989*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 1989.
- [7] N. K. B. Harahap, *Pengaruh Abu Cangkang Biji Karet Terhadap*, Medan: Universitas, 2022.
- [8] F. Simatupang, M. Purwandito and Irwansyah, "Penambahan Bahan Limbah Abu Sekam Padi Pada Campuran Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur," *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, vol. 1, p. 14-19, 2020.
- [9] E. sunarsih, "Konsep Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan," *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, vol. 5, pp. 162-166, 2014.
- [10] A. I. Yunus, J. Sinaga, E. Herliana, A. Z. Syaiful, D. Satriawan and D. Sari, *Pengelolaan Sampah Organik Dan Anorganik*, Padang: PT Global Eksekutif Teknologi, 2022.
- [11] Masthura, Sawitri and A. H. Daulay, "Uji Mekanik Batako dengan Penambahan Abu Ampas Tebu," *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, vol. 3, no. 2, 2019.