

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batako merupakan salah satu bahan bangunan yang sering digunakan sebagai alternatif dari batu bata merah. Keunggulan batako antara lain adalah kemudahan dalam proses produksi, biaya yang lebih murah, serta sifat termal yang baik untuk bangunan tropis (Andrian Prasetyo, 2022). Namun demikian, produksi batako konvensional masih sangat bergantung pada penggunaan semen dan pasir alam. Pemanfaatan bahan-bahan ini dalam jumlah besar berkontribusi terhadap eksploitasi sumber daya alam serta emisi karbon dari industri semen yang tergolong tinggi (Durastanti & Moretti, 2020).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, jumlah sampah sisa makanan (organik) dan sampah kaca (anorganik) cenderung mengalami peningkatan dalam 6 tahun terakhir di Indonesia. Pada tahun 2019, jumlah total sampah di Indonesia mencapai 27.618.317,06 ton dengan komposisi sampah sisa makanan sebanyak 40,80% dan sampah kaca sebanyak 2,13% dari jumlah total sampah. Tahun 2020, total sampah di Indonesia mencapai 27.592.603,06 ton dengan komposisi sampah sisa makanan sebanyak 40,19% dan sampah kaca sebanyak 2,13%. Di tahun selanjutnya, 2021, jumlah total sampah di Indonesia mencapai 28.591.323,1 ton dengan komposisi sampah sisa makanan sebanyak 38,95% dan sampah kaca sebanyak 2,53%. Kemudian, pada tahun 2022, jumlah total sampah di Indonesia mencapai 38.570.232,62 ton dengan komposisi sampah sisa makanan sebanyak 39,90% dan sampah kaca sebanyak 2,23%. Tahun 2023 menjadi jumlah total sampah tertinggi dalam 6 tahun terakhir yang mencapai 43.260.356,89 ton yang di mana 39,66% dari total sampah tersebut adalah sampah sisa makanan dan 2,44% merupakan sampah kaca. Namun, di tahun 2024 total sampah mengalami penurunan dari tahun sebelumnya dengan total

sampah yang mencapai 34.273.876,85 ton dengan komposisi sampah sisa makanan sebanyak 39,23% dan sampah kaca sebanyak 2,39%.

Seiring meningkatnya jumlah sampah yang ada di Indonesia, maka diperlukan peningkatan kesadaran terhadap isu lingkungan yang salah satunya adalah pengelolaan sampah yang dapat memberikan sumbangsih yang baik untuk lingkungan. Pengelolaan sampah merupakan bentuk pelestarian lingkungan yang dapat mendukung pembangunan berkelanjutan. Melalui peningkatan kesadaran terhadap isu lingkungan dan pembangunan berkelanjutan, inovasi dalam material bangunan ramah lingkungan menjadi kebutuhan yang mendesak (Andira Anggreani Nurhadi & Hadi Nugroho, 2024). Salah satu strateginya adalah menggunakan sampah, baik organik maupun anorganik, sebagai bahan tambahan atau pengganti dalam pembuatan batako.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mutu fisik dan mekanik batako di lapangan masih sering tidak memenuhi standar kuat tekan yang ditetapkan oleh SNI. Salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Munawaroh dkk. (2011) yang menyatakan bahwa batako sering memiliki kekuatan struktur yang rendah dan belum optimal secara mekanik. Penelitian tersebut melakukan pengujian terhadap batako yang diproduksi dari 9 pabrik/produsen batako di beberapa kecamatan di Jakarta Timur. Setiap sampel diuji dengan mengacu pada SNI 03-0349-1989. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa dari 15 sampel yang diuji dari setiap pabrik/produsen, tidak ada yang memenuhi standar yang telah ditetapkan pada SNI 03-0349-1989. Kuat tekan seluruh sampel yang diuji justru berada di bawah standar dengan rata-rata persentase penyimpangan terhadap SNI 03-0349-1989 yaitu sebesar 62,73%. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Regina dkk., 2022) menyatakan bahwa batako merupakan material dinding yang paling panas dibandingkan dengan bata merah dan bata ringan, atau dengan kata lain batako merupakan material dinding yang paling buruk dalam meredam panas. Pada penelitian tersebut nilai Q rata-rata (laju konduktivitas temal) batako yaitu 4,5 Wm/K. Nilai Q tersebut menjadi nilai rata-rata tertinggi dibandingkan bata ringan

dan bata merah dengan nilai Q rata-rata yang dimiliki oleh kedua material tersebut secara berurutan sebesar 1,78 Wm/K dan 4,23 Wm/K.

Mengacu pada permasalahan lingkungan (jumlah limbah yang semakin meningkat) serta isu material bangunan (sifat fisik dan mekanik batako yang terkadang tidak sesuai standar), maka diperlukan inovasi yang dapat memberikan efek positif bagi kedua permasalahan tersebut. Melalui hubungan dari kedua permasalahan tersebut, diharapkan dapat memberikan kontribusi pengurangan limbah dan peningkatan kualitas batako. Di antara berbagai limbah organik, yang memiliki potensi adalah limbah cangkang telur, sedangkan limbah anorganik yaitu serbuk kaca.

Cangkang telur merupakan limbah rumah tangga yang sebagian besar terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3), dengan kandungan mencapai 94–97% (Dewi dkk., 2014). Sementara, semen portland menyimpan 70% kalsium karbonat dari total bahan penyusunnya (Maulana Akbar & Arini, 2023). Selain itu, senyawa CaCO sangat dibutuhkan dalam proses pembentukan klinker serta dapat berpengaruh pada kuat tekan (Lobang dkk., 2023). Sebagai jenis sampah yang paling banyak di Indonesia dan sebagai material yang tinggi akan kandungan kalsium karbonat, maka cangkang telur dapat berperan sebagai stimulus untuk peningkatan sifat fisik batako yakni dalam hal kuat tekan.

Serbuk kaca memiliki kandungan silika (SiO_2) yang tinggi, menjadikannya bahan berpotensi *pozzolanik* (Haris Ihsan Setiahutama, 2022). Nisa & Sitanggang (2025) menyebutkan bahwa semen dapat menjadi lebih kuat ketika silika bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dalam semen untuk membentuk molekul hidrat silikat kalsium (C-S-H). Selain itu, dengan adanya sifat dan fungsi yang sama dengan pasir, maka serbuk kaca dapat digunakan dalam beton sebagai pengganti *binder* (pengikat) atau pengganti bahan inert (Siddika dkk., 2021). Hal ini dikarenakan pasir juga terdiri dari kristal silika (SiO_2) yang merupakan zat inert yang setiap butirnya hampir tidak berongga (Sardjono dkk., 1995). Selain itu, sifat insulasi kaca dapat membantu mengurangi nilai konduktivitas termal yang dapat

memberikan efisiensi pada perpindahan panas. Hal ini dikarenakan kaca memiliki nilai konduktivitas termal yang lebih rendah daripada pasir. Mengacu pada permasalahan sebelumnya yang menyatakan bahwa batako merupakan material dinding yang paling panas diantara material lainnya (bata ringan dan bata merah), maka penggunaan limbah serbuk kaca dapat menjadi sebuah solusi untuk meningkatkan daya redaman panas batako melalui sifat insulasinya. Selain itu, penggunaan limbah tersebut dapat memberikan dampak yang baik terhadap pengurangan limbah walaupun jenis limbah tersebut tidak menjadi jenis limbah yang paling banyak di Indonesia.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Maulana Akbar & Arini (2023), penggunaan serbuk cangkang telur dengan komposisi 2,5% dan 5% secara berurutan memberikan peningkatan sebesar 30,42% dan 16,74% terhadap beton konvensional. Namun, beton tersebut hanya menggunakan serbuk cangkang telur saja, tidak menggunakan material substitusi lain seperti serbuk kaca. Penelitian tersebut juga berbeda dengan penelitian ini dalam hal produk yang diuji. Selain itu, penelitian yang dilakukan Ashariyanto dkk. (2022) menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan beton pada penggunaan 5% dan 10% serbuk cangkang telur. Dua komposisi tersebut secara berurutan memberikan peningkatan sebesar 5,87% dan 16,18% terhadap beton konvensional. Namun, penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini dalam hal material yang digunakan dan produk yang dihasilkan, di mana penelitian tersebut hanya menggunakan material serbuk cangkang telur dan produk yang dihasilkan berupa beton.

Prasetyo Indra Wijaya & Sudjarmiko (2023) menggunakan limbah serbuk kaca pada beton. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa angka persentase daya serap beton akan semakin menurun jika jumlah serbuk kaca yang digunakan semakin banyak. Sedangkan dalam aspek kuat tekan, penggunaan serbuk kaca pada komposisi 5% dan 10% secara berurutan memberikan peningkatan pada kuat tekan beton sebesar 6,3% dan 8,8% terhadap beton konvensional. Penelitian tersebut hanya menggunakan material serbuk kaca, produk yang dihasilkan dari penelitian tersebut juga berupa beton. Maka, penelitian tersebut jelas berbeda dengan

penelitian ini. Tidak hanya itu, Rahmat dkk. (2020) juga menyatakan bahwa penggunaan serbuk kaca pada komposisi 25% dan 50% memberikan penurunan angka persentase daya serap air terhadap batako konvensional. Kedua angka komposisi tersebut memberikan penurunan persentase daya serap air sebesar 4,88% dan 14,63% terhadap batako konvensional. Dengan material yang hanya menggunakan serbuk kaca, penelitian tersebut jelas berbeda dengan penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proporsi campuran batako yang paling optimal dengan menggantikan sebagian semen menggunakan serbuk cangkang telur dan sebagian pasir menggunakan serbuk kaca dari aspek kuat tekan, daya serap air, redaman panas, dan biaya produksi. Dengan adanya sifat yang dimiliki oleh kedua material substitusi yaitu serbuk cangkang telur dan serbuk kaca, penggunaan dua jenis limbah tersebut ke dalam campuran batako diharapkan dapat menciptakan bahan pengganti yang memiliki kinerja mekanik yang memadai dan ramah lingkungan. Penelitian ini juga mendukung program pengurangan limbah domestik dan industri serta efisiensi dalam penggunaan bahan konstruksi.

1.2 Identifikasi Masalah

Masalah-masalah yang teridentifikasi dari latar belakang studi ini adalah sebagai berikut.

1. Ketergantungan pada bahan konvensional

Maraknya industri produksi batako masih menggunakan bahan/material yang selalu digunakan pada batako umumnya terutama semen yang di mana penggunaan semen secara berlebihan dapat menyebabkan emisi karbon dari produksi semen.

2. Permasalahan sifat fisik dan mekanik batako konvensional

Sesuai permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang, batako konvensional yang beredar di beberapa tempat masih kerap kali memiliki sifat fisik dan mekanik yang tidak sesuai dengan standar. Kuat tekan yang tidak sesuai SNI dan sifat batako yang merupakan material dinding paling

panas dibandingkan dengan bata ringan dan bata merah, dua permasalahan tersebut perlu untuk dilakukan langkah strategis untuk mengadirkan batako dengan kualitas fisik dan mekanis yang baik.

3. Volume limbah organik dan anorganik yang cenderung meningkat setiap tahun

Perlu dilakukan pemanfaatan yang optimal dalam mengolah limbah organik dan anorganik yang berupa cangkang telur dan kaca bekas yang jumlahnya terus meningkat. Tak jarang ditemukan limbah ini hanya dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) yang bisa berdampak buruk pada lingkungan.

4. Inovasi dalam material konstruksi yang masih kurang

Penelitian mengenai inovasi material dalam pencampuran berbagai limbah organik dan anorganik sebagai bahan substitusi dalam pembuatan batako atau bahan konstruksi lainnya masih harus dikembangkan lagi untuk menciptakan material bangunan yang berkelanjutan, ekonomis, dan ramah lingkungan.

1.3 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah dalam penelitian ini yang didasarkan pada latar belakang.

1. Bagaimana persentase komposisi yang optimal pada batako dengan menggunakan serbuk cangkang telur dan serbuk kaca dari aspek kuat tekan?
2. Bagaimana persentase komposisi yang optimal pada batako dengan menggunakan serbuk cangkang telur dan serbuk kaca dari aspek daya serap air?
3. Bagaimana persentase komposisi yang optimal pada batako dengan menggunakan serbuk cangkang telur dan serbuk kaca dari aspek daya redaman panas?
4. Bagaimana persentase komposisi yang optimal pada batako dengan menggunakan serbuk cangkang telur dan serbuk kaca dari aspek biaya produksi?

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan berikut ini diterapkan untuk membuat penelitian ini lebih spesifik dan terfokus.

1. Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro serta di sebuah pabrik pembuatan batako di Meteseh, Kota Semarang.
2. Benda uji berukuran panjang 37 cm, lebar 15 cm, dan tebal 9 cm.
3. Serbuk cangkang telur yang digunakan adalah serbuk yang lolos saringan nomor 200.
4. Serbuk kaca yang digunakan adalah serbuk yang lolos saringan ukuran 4,75 mm.
5. Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos saringan ukuran 4,75 mm yang diambil dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Jenis semen yang digunakan yaitu Semen PPC Gresik dengan kondisi tertutup rapat sesuai SNI dengan keadaan visual yang layak dan tidak bergumpal.
7. Air yang digunakan bersumber dari salah satu pabrik pembuatan batako di Meteseh, Kota Semarang.
8. Nilai FAS (faktor air semen) yang digunakan dalam pembuatan benda uji yaitu 0,5 yang dibandingkan dengan jumlah berat semen setiap varian, bukan dari jumlah semen ditambah semua bahan substitusi.
9. Pengujian yang dilakukan hanya mencakup uji kuat tekan, uji daya serap air, dan uji redaman panas.
10. Pengujian batako dilakukan pada umur 28 hari yang berjumlah 5 variasi campuran setiap bahan dengan persentase tertentu sesuai peninjauan (studi literatur) pada penelitian pendahulu. Setiap varian memiliki 5 benda uji.

1.5 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengkaji pengaruh penggantian sebagian semen menggunakan serbuk cangkang telur dan penggantian sebagian pasir menggunakan serbuk kaca pada pembuatan batako. Berikut tujuan dari penelitian ini.

1. Menganalisis proporsi campuran batako yang paling optimal dengan menggantikan sebagian semen menggunakan serbuk cangkang telur dan sebagian pasir menggunakan serbuk kaca dari aspek kuat tekan batako.
2. Menganalisis proporsi campuran batako yang paling optimal dengan menggantikan sebagian semen menggunakan serbuk cangkang telur dan sebagian pasir menggunakan serbuk kaca dari aspek daya serap air batako.
3. Menganalisis proporsi campuran batako yang paling optimal dengan menggantikan sebagian semen menggunakan serbuk cangkang telur dan sebagian pasir menggunakan serbuk kaca dari aspek daya redaman panas batako.
4. Menganalisis proporsi campuran batako yang paling optimal dengan menggantikan sebagian semen menggunakan serbuk cangkang telur dan sebagian pasir menggunakan serbuk kaca dari aspek biaya produksi batako.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Menggunakan kedua jenis sampah (serbuk cangkang telur dan serbuk kaca) untuk membantu mengurangi jumlah limbah tersebut.
2. Memberikan edukasi tentang penggunaan limbah serbuk cangkang telur dan serbuk kaca sebagai bahan dalam campuran batako yang ramah lingkungan.
3. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi bagi para peneliti selanjutnya yang berencana untuk menginovasi penggunaan sampah dalam produksi batako.