

Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Botol Sebagai Substitusi Agregat pada Campuran Beton (Literature Review)

Oswaldo Rayhan Satria¹, Erna Septiandini², Adhi Purnomo³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

e-mail: [Oswaldo Rayhan Satria_1506520045@mhs.unj.ac.id](mailto:Oswaldo.Rayhan.Satria_1506520045@mhs.unj.ac.id)¹,
eseptiandini@unj.ac.id², apurnomo@unj.ac.id³

Abstrak

Penggunaan beton sebagai bahan konstruksi telah menjadi hal yang umum dalam industri konstruksi. Namun, penggunaan agregat alam dalam produksi beton telah menyebabkan tekanan yang signifikan pada sumber daya alam dan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi penggunaan pecahan botol sebagai agregat dalam campuran beton. Pecahan botol yang digunakan diperoleh dari limbah kaca daur ulang dan dipecah menjadi ukuran tertentu. Campuran beton yang digunakan adalah campuran beton standar dengan perbandingan semen, pasir, agregat kasar, dan air yang sudah ditetapkan. Beton yang mengandung pecahan botol memiliki ketahanan tekan yang komparatif dengan beton konvensional, dengan kekuatan tekan yang memenuhi standar yang relevan. Selain itu, penggunaan pecahan botol juga dapat mengurangi konsumsi agregat alam, yang pada gilirannya dapat membantu dalam melestarikan sumber daya alam. Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti peningkatan pengolahan dan ketersediaan pecahan botol yang konsisten, serta pengaruh terhadap sifat tahan cuaca beton.

Kata Kunci: *Beton, Agregat, Pecahan Botol, Dampak Lingkungan, Sumber Daya Alam.*

Abstract

The use of concrete as a construction material has become common in the construction industry. However, the use of natural aggregates in concrete production has caused significant pressure on natural resources and the environment. Therefore, this study aimed to explore the potential of using bottle shards as aggregates in concrete mixes. The bottle shards used were obtained from recycled glass waste and broken into specific sizes. The concrete mix used was a standard concrete mix with a set ratio of cement, sand, coarse aggregate, and water. Concrete containing bottle shards has comparative compressive resistance to conventional concrete, with compressive strengths that meet relevant standards. In addition, the use of bottle shards can also reduce the consumption of natural aggregates, which in turn can help in conserving natural resources. However, this research also identified some challenges that need to be addressed, such as improved processing and consistent availability of bottle shards, as well as the effect on the weathering properties of the concrete.

Keywords: *Concrete, Aggregate, Bottle shards, Environmental impact, Natural resources.*

PENDAHULUAN

Beton adalah campuran material konstruksi yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu semen, agregat (biasanya pasir, kerikil, atau batu pecah), dan air. Campuran ini dikombinasikan dan dicampur secara homogen untuk membentuk bahan yang kuat dan tahan lama yang digunakan dalam berbagai proyek konstruksi seperti bangunan, jembatan, jalan, saluran, dan banyak lagi. Berdasarkan SNI 03-2834-2000, beton didefinisikan sebagai material konstruksi yang terbuat dari campuran bahan-bahan, termasuk semen, air, dan

agregat yang diatur dengan proporsi tertentu, yang ketika kering memiliki kekuatan struktural yang cukup untuk digunakan dalam konstruksi.

Dalam era modern ini, industri konstruksi semakin berkembang pesat dengan tuntutan akan material konstruksi yang kuat, efisien, dan berkelanjutan. Beton, sebagai salah satu bahan konstruksi paling umum digunakan di seluruh dunia, terus menjadi fokus penelitian untuk meningkatkan kinerjanya. Salah satu inovasi menarik dalam pengembangan bahan beton adalah pemanfaatan pecahan botol kaca sebagai substitusi agregat.



Gambar 1 Pecahan Botol

Pecahan botol kaca adalah salah satu jenis agregat yang menarik perhatian karena memiliki potensi untuk mengurangi dampak lingkungan dari limbah kaca yang terus bertambah. Dengan mengubah botol-botol kaca bekas menjadi komponen utama dalam campuran beton, kita tidak hanya memberikan penggunaan kedua pada limbah kaca ini, tetapi juga dapat mengurangi penggunaan agregat alami seperti kerikil atau batu pecah, yang dapat mengurangi tekanan pada sumber daya alam.

Dalam jangka panjang, penggunaan limbah kaca sebagai pengganti agregat dalam beton bisa membantu dalam penyesuaian harga dan ketersediaan agregat konvensional, yang bisa menjadi lebih mahal atau langka di beberapa daerah. Kaca memiliki sifat-sifat seperti ketahanan terhadap korosi, kekerasan, dan stabilitas dimensi yang dapat memberikan kontribusi terhadap sifat-sifat mekanis beton, tergantung pada pemilihan ukuran, bentuk, dan jenis limbah kaca yang digunakan.

Namun, ide ini juga menghadirkan sejumlah pertanyaan yang memerlukan pemikiran serius. Bagaimana memastikan bahwa pecahan botol kaca ini memenuhi persyaratan kekuatan dan ketahanan yang diperlukan dalam aplikasi konstruksi? Bagaimana proses pengolahan dan persiapan pecahan botol kaca dapat dilakukan dengan efisien? Dan apakah penggunaan pecahan botol kaca ini benar-benar dapat memberikan dampak positif pada ekosistem dan lingkungan?

Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam tentang pemanfaatan pecahan botol kaca sebagai agregat dalam campuran beton. Melalui rangkaian studi literatur, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak penggunaan pecahan botol kaca sebagai agregat pada campuran beton terhadap berbagai aspek kekuatan mekanis beton, termasuk tetapi tidak terbatas pada kuat tekan, kuat lentur, dan sifat-sifat lain yang terkait, mengidentifikasi dan menganalisis dampak dari berbagai persentase penggunaan pecahan botol kaca, serta ukuran partikelnya, terhadap kinerja beton, mengevaluasi dampak lingkungan positif dari daur ulang kaca bekas serta kemungkinan pengurangan limbah plastik, dan menguraikan temuan-temuan kunci dari artikel literatur yang diselidiki untuk memberikan panduan dan informasi yang berguna bagi penelitian lebih lanjut atau pengembangan teknologi terkait dengan penggunaan pecahan botol kaca sebagai agregat dalam campuran beton. Dengan demikian, kita dapat memahami lebih baik bagaimana inovasi ini dapat berkontribusi pada industri konstruksi yang lebih ramah lingkungan sambil memanfaatkan sumber daya yang ada dengan lebih bijak.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah literature review atau tinjauan pustaka, yaitu suatu proses penyelidikan dan peninjauan yang sistematis terhadap literatur atau sumber-sumber tertulis yang relevan dengan topik penelitian atau area tertentu. Tujuan utama dari literature review ini adalah untuk memahami, mensintesis, dan mengevaluasi penelitian atau pandangan yang telah ada tentang topik pemanfaatan pecahan botol sebagai agregat pada campuran beton. Analisis ini menggunakan artikel-artikel tentang pembuatan beton menggunakan bahan tambah pecahan botol terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Artikel yang digunakan berjumlah 8 artikel yang sudah disesuaikan dengan materi yang terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil literatur review dari beberapa artikel tentang pengaruh pemanfaatan pecahan botol sebagai substitusi agregat pada campuran beton yaitu sebagai berikut:

Peneliti	Judul	Metode	Output
Nini Hasriyani Aswad dan Try Sugiyarto Soeparyanto (2014)	PENGGUNAAN PECAHAN BOTOL KACA SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON	Penelitian Eksperimental	Penelitian yang dilakukan yaitu menguji beton yang telah dicampurkan dengan pecahan kaca sebagai agregat buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penggunaan pecahan botol kaca sebagai agregat kasar dalam campuran beton. Uji tekan yang dilakukan dengan metode crushing test menggunakan alat tekan hidrolik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil kuat tekan beton mutu normal 25,53 MPA, selanjutnya pada penambahan kaca 40% kuat tekan beton menurun sebesar 23,259 Mpa ternyata mengalami penurunan 8,2 persen, penambahn kaca 60% hasil kuat tekan beton turun 18,4 persen diperoleh sebesar kuat tekan 20,667 Mpa, untuk penambahan pecahan kaca 80% hasil kuat tekan beton yang di dapat yaitu 19,333 Mpa, mengalami penurunan sebesar 23,7 persen dan penambahan kaca 100% hasil mutu beton yang di dapat yaitu 14 Mpa penurunan sebesar 44,7 persen. Dari hasil penelitian dapat

disimpulkan bahwa material kaca tidak layak untuk dipakai sebagai substitusi agregat kasar pada campuran beton, karena kaca tidak mempunyai daya serap atau daya ikat, kaca bersifat licin dan kedap air, serta tidak memiliki rongga - rongga partikel yang bergandengan erat, sehingga kaca mudah pecah atau rapuh.

Brian Agustin Fau dan Agustinus Agus Setiawan (2019)	STUDI EKSPERIMENTAL KOMBINASI GELAS DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON	Penelitian Eksperimental	Penelitian ini menjelaskan tentang pemanfaatan limbah alami dan buatan yaitu tempurung kelapa dan kaca sebagai salah satu solusi yang harus diperhitungkan untuk menggantikan agregat alam. Dari hasil uji yang telah dilakukan penambahan serbuk kaca sebagai agregat halus menurunkan nilai slump beton hingga 45 mm pada persentase serbuk kaca sebesar 40% dan penurunan nilai slump hingga 37 mm pada 70% campuran pecahan gelas ke dalam adukan beton. Semakin besar penggunaan pecahan gelas dan tempurung kelapa semakin menurunkan kuat tekan beton itu sendiri. Beton yang menggunakan campuran pecahan gelas tidak mencapai kuat tekan rencana, disebabkan karena permukaan kaca yang licin tidak mampu terikat pada mortar.
Muhammad Ramdhan Oliy, Isran E. Poe, Ilyas Ichsan, dan Aleks Oliy (2021)	LIMBAH KACA SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS UNTUK BETON RAMAH LINGKUNGAN	Penelitian Eksperimental	Penelitian ini menjelaskan tentang penggunaan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus pada beton. Limbah kaca berasal dari botol kaca yang dihancurkan hingga

menjadi pecahan kaya lolos di saringan No.4. Dari hasil uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat potensi yang menjanjikan untuk pemanfaatan limbah kaca dalam beton ramah lingkungan. Walaupun jika dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata beton dan beton karakteristik beton normal, semua variasi proporsi penggantian limbah kaca menunjukkan penurunan yang bertahap pada kuat tekan dan kuat lentur beton. Meskipun demikian, beton yang dimodifikasi masih memenuhi standar kekuatan yang diperlukan untuk aplikasi konstruksi tertentu.

Tomas U. Ganiron Jr (2014)	The Effect of Waste Glass Bottles as an Alternative Coarse Aggregate in Concrete Mixture	Penelitian Eksperimental	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan botol kaca bekas sebagai agregat kasar alternatif dalam campuran beton. Dari hasil uji yang telah dilakukan menjelaskan bahwa limbah botol kaca bisa secara efektif digunakan sebagai pengganti agregat kasar dengan tingkat penggantian yang optimal yaitu limbah botol kaca sebagai agregat kasar adalah sebesar 10% menurutnya. Penelitian lebih lanjut direkomendasikan untuk menggali lebih dalam penggunaan agregat kaca dalam campuran beton dengan mempertimbangkan optimalisasi karakteristik dan proporsi yang tepat. Studi ini menyoroti potensi penggunaan alternatif ini dalam industri konstruksi
----------------------------	--	--------------------------	---

yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Andriansyah, Hidayati, dan Cahyo Agung Saputra (2023)	ANALISIS CAMPURAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS KUAT TEKAN BETON MUTU K-225	Penelitian Eksperimental	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton yang memakai bahan limbah pecahan botol kaca sebagai bahan tambah agregat halus. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak dari penambahan agregat halus limbah botol kaca terhadap kekuatan tekan beton. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan limbah botol kaca sebagai bahan tambah agregat halus dalam campuran beton mutu K-225 dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Pengaruh tersebut disebabkan karena kaca tidak memiliki kadar penyerapan yang baik sehingga memperlambat proses pengikatan pada beton. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah botol kaca dalam campuran beton dapat direkomendasikan untuk digunakan dengan variable penambahan tidak melebihi 30% dari persentase agregat halus. Apabila penggunaan melebihi batas yang diisyaratkan maka dikhawatirkan dapat menurunkan kualitas beton karena akan memperlambat proses pengikatan pada beton.
Randa Pratama, Romi Suryaningrat Edwin T., Wayan Mustika, dan Sulha (2022)	PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA NILAI KUAT TEKAN BETON	Penelitian Eksperimental	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan limbah botol kaca sebagai substitusi agregat halus terhadap nilai kekuatan tekan beton. Pada

penelitian proporsi campuran yang digunakan yaitu perencanaan fc' 20 Mpa. Berdasarkan hasil perbandingan dengan kuat tekan beton tanpa kaca yaitu 10%, 15%, 20% dapat dilihat pada umur 28 hari, perbandingan nilai kuat tekan maksimal tertinggi berada pada presentase 0% ke 10 % dengan mengalami peningkatan sebesar 10,61% dan kuat tekan maksimal tertinggi yaitu 18,97 Mpa. Berdasarkan hasil uji tekan yang telah dilakukan menjelaskan bahwa presentase perbandingan kuat tekan maksimal tertinggi yaitu pada presentase 10% sebesar 18,97 Mpa, tidak memenuhi standar perencanaan kuat tekan yaitu 20 f'c. Namun, perlu diingat bahwa penyesuaian proporsi dan karakteristik limbah botol kaca dalam campuran beton harus diperhitungkan secara cermat untuk memastikan keamanan dan kualitas beton yang dihasilkan.

Ayu Suhartini, Anita Setyowati Srie Gunarti, dan Azharie Hasan (2014)	PENGARUH PENAMBAHAN TUMBUKAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON	Penelitian Eksperimental	Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh penambahan tumbukan limbah botol kaca sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Serangkaian uji kuat tekan dan kuat lentur dilakukan pada sampel beton yang telah diproduksi sesuai dengan variasi persentase penambahan tumbukan limbah botol kaca. Pengamatan dilakukan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik mekanis beton akibat
---	---	--------------------------	--

					penambahan ini. Analisis data menunjukkan bahwa dengan peningkatan persentase penambahan limbah botol kaca, terdapat penurunan secara bertahap terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Nilai penambahan kuat tekan optimum (pada 2,5%) pada beton dengan menggunakan tumbukan limbah botol kaca terhadap mutu rencana yaitu 230 kg/cm ² sebesar 19,671 % sedangkan pada variasi 5%, 7,5%, 10% dapat mengurangi mutu beton.
Anita Diana, Fansuri, dan Zainah (2021)	Intan Subaidillah dan Nor	Nura	Bubuk Limbah Botol Kaca sebagai Pengganti Parsial Agregat Halus dalam Campuran Beton	Penelitian Ekperimental	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan bubuk limbah botol kaca sebagai pengganti parsial agregat halus dalam campuran beton. Penelitian ini memanfaatkan serangkaian eksperimen untuk membandingkan campuran beton konvensional dengan variasi persentase penggantian agregat halus oleh bubuk limbah botol kaca. Uji sifat mekanis, termasuk kuat tekan, kuat lentur, dan kekuatan tarik, dilakukan untuk mengevaluasi performa beton yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian parsial agregat halus dengan bubuk limbah botol kaca menghasilkan pengaruh yang signifikan pada sifat mekanis beton. Pengujian menunjukkan adanya penurunan kuat tekan dan kuat lentur secara proporsional dengan peningkatan persentase penggantian. Meskipun

demikian, beton yang dimodifikasi tetap memenuhi standar kekuatan yang dibutuhkan untuk berbagai aplikasi konstruksi. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan bubuk limbah botol kaca sebagai pengganti parsial agregat halus dalam beton memiliki potensi yang menjanjikan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis literature review tentang pengaruh pemanfaatan pecahan botol sebagai agregat pada campuran beton yaitu penggunaan pecahan botol sebagai agregat dalam campuran beton dapat memberikan hasil yang memadai dari segi kekuatan, keberlanjutan, dan kinerja umumnya. Namun, diperlukan pengaturan proporsi dan karakteristik agregat kaca yang lebih optimal untuk memaksimalkan peningkatan kekuatan tekan beton. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih lanjut dan uji coba untuk mengevaluasi potensi penuh dari penggunaan material ini dalam aplikasi beton. Pemanfaatan limbah botol kaca juga menyoroti potensi lingkungan positif dengan mengurangi penggunaan agregat alam sebagai bahan baku beton. Selain itu, pemanfaatan limbah botol kaca sebagai substitusi agregat juga memberikan kontribusi terhadap pengurangan jumlah limbah yang terakumulasi di lingkungan.

Berdasarkan tinjauan literatur, dapat disimpulkan bahwa penelitian-penelitian sebelumnya memberikan wawasan yang bermanfaat tentang topik terkait. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa limbah botol kaca memiliki potensi sebagai alternatif substitusi agregat dalam campuran beton. Penggunaannya dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang terbatas dan mendukung praktik daur ulang. Meskipun banyaknya manfaat yang teridentifikasi, masih ada tantangan terkait dengan karakteristik fisik dan kimia limbah botol kaca, serta pengaruhnya terhadap kinerja beton dalam jangka panjang. Kesimpulan dalam artikel literature review ini menyoroti temuan utama dari berbagai studi yang dievaluasi, serta menekankan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan potensi penggunaan limbah botol kaca dalam beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Nini Hasriyani Aswad, Try Sugiyarto Soeparyanto. 2014. *PENGGUNAAN PECAHAN BOTOL KACA SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON*. Jurnal Stabilita Vol. 2, No. 1
- Tomas U. Ganiron Jr. 2014. *The Effect of Waste Glass Bottles as an Alternative Coarse Aggregate in Concrete Mixture*. International Journal of ICT-aided Architecture and Civil Engineering Vol. 1, No. 2, pp. 1-10
- Brian Agustin Fau, Agustinus Agus Setiawan. 2019. *STUDI EKSPERIMENTAL KOMBINASI GELAS DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON*. Dinamika Rekayasa Vol. 15, No. 2
- Muhammad Ramdhan Olih, Isran E. Poe, Ilyas Ichsan, Aleks Olih. 2021. *LIMBAH KACA SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS UNTUK BETON RAMAH LINGKUNGAN*. Teras Jurnal Vol. 11, No. 1
- Randa Pratama, Romi Suryaningrat Edwin T., Wayan Mustika, Sulha. 2022. *PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA NILAI KUAT TEKAN BETON*. Jurnal Media Konstruksi Vol. 7, No. 2

- Andriansyah, Hidayati, Cahyo Agung Saputra. 2023. *ANALISIS CAMPURAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS KUAT TEKAN BETON MUTU K-225*. Jurnal Statika Vol. 9, No. 1
- Ayu Suhartini, Anita Setyowati Srie Gunarti, Azharie Hasan. 2014. *PENGARUH PENAMBAHAN TUMBUKAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON*. Jurnal BENTANG Vol. 2, No. 1
- Anita Intan Nura Diana, Subaidillah Fansuri, Nor Zainah Suhartini. 2021. *Bubuk Limbah Botol Kaca sebagai Pengganti Parsial Agregat Halus dalam Campuran Beton*. Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil Vol. 04, No. 01