



KARYA ILMIAH

SMA KOLESE DE BRITTO



Perbandingan gaya tekan *paving block* dengan *eco paving block* berbahan dasar plastik *high density polyethylene*

Agusto Jordan O'ozui Listyowarno ^{a,1*}, Melkior Marco Darmawan ^{a,2}, Odiek Satrio ^{a,3}, Andi Setiawan.

^a XI MIPA, SMA Kolese De Britto, Jl. Laksda Adisucipto No.161, Demangan Baru, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia.

¹ 17629@student.debritto.sch.id*; ²17648@student.debritto.sch.id; ³17653@student.debritto.sch.id

*perpustakaan JB

Informasi artikel

Kata kunci:

Plastik *High Density Polyethylene*
Paving block
Eco paving block
Gaya tekan

ABSTRAK

Sampah selalu menjadi masalah serius dalam kehidupan sehari-hari karena jumlahnya yang terus bertambah semakin hari. Sampah plastik merupakan sampah yang menjadi masalah serius di masa kini, karena sampah plastik membutuhkan durasi lama untuk terurai secara alami. Salah satu metode yang efektif untuk menangani sampah plastik adalah dengan cara daur ulang (*recycle*) seperti mengubahnya menjadi *eco paving block*. Dalam penelitian ini kami ingin mengetahui mutu *eco paving block* berbahan dasar plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dibandingkan dengan *paving block* berbahan dasar semen dan pasir dapat menggantikan *paving block* melalui perbandingan gaya tekan. Penelitian ini termasuk dalam penelitian kuantitatif yang dimana penelitian ini akan mengumpulkan data dan diolah menggunakan matematika. Metode pengumpulan data penelitian ini menggunakan metode observasi langsung yang dimana peneliti akan melakukan pengujian gaya tekan pada *paving block* dan *eco paving block*. Pengujian pada penelitian ini menggunakan mesin hydraulic press dan dilakukan di balai teknik sabo daerah Maguwoharjo. Data yang sudah terkumpul akan dianalisis secara kuantitatif, dimana data berupa beban maksimum (kg) diubah menjadi gaya tekan (MPa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan gaya tekan *paving block* dengan *eco paving block* sangat jauh yang menyebabkan *eco paving block* belum layak untuk menggantikan *paving block*. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata gaya tekan (MPa) *paving block* dengan *eco paving block* yaitu 1,004 MPa:13,486 MPa. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* dengan angka gaya tekan 13,486 MPa termasuk dalam mutu C yang digunakan untuk pedestrian. Sedangkan *eco paving block* dengan angka gaya tekan 1,004 MPa tidak termasuk dalam mutu manapun dalam tabel SNI 03-0691-1996.

Keywords:

Plastic High Density Polyethylene
Paving block
Eco paving block
Pressing force

ABSTRACT

Waste has always been a serious problem in our daily lives as the amount continues to grow day by day. Plastic waste is a waste that is a serious problem nowadays, because plastic waste requires a long duration to decompose naturally. One of the effective methods to deal with plastic waste is to recycle it, such as turning it into *eco paving blocks*. In this research we want to know the quality of *eco paving blocks* made from HDPE (*High Density Polyethylene*) plastic compared to *paving blocks* made from cement and sand can replace *paving blocks* through a comparison of compressive strength. This research is included in quantitative research where this research will collect data and processed using mathematics. The data collection method of this research uses a direct observation method where researchers will conduct compressive strength testing on *paving blocks* and *eco paving blocks*. Testing in this study used a hydraulic press machine and was carried out at the sabo technical center in the Maguwoharjo area. The

data that has been collected will be analyzed quantitatively, where the data in the form of maximum load (kg) is converted into compressive strength (MPa). The results showed that the comparison of the compressive strength of paving blocks with eco paving blocks is very far which causes eco paving blocks not yet feasible to replace paving blocks. This is evidenced by the average value of compressive strength (MPa) paving block with eco paving block is 1.004 MPa: 13.486 MPa. Based on SNI 03-0691-1996 paving block with a compressive strength figure of 13.486 MPa is included in the quality C used for pedestrians. While eco paving blocks with a compressive strength of 1.004 MPa are not included in any quality in the SNI 03-0691-1996 table.

© 2023 (Listyowarno, dkk). All Right Reserved

1. Pendahuluan

Sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Dobiki, 2018). Sampah sudah menjadi masalah lingkungan yang mendesak, dan di antara beragam jenis sampah yang ada, sampah plastik menjadi salah satu ancaman terbesar. Sampah plastik menjadi ancaman terbesar karena limbah plastik yang tidak bisa terurai secara alami. Sepanjang tahun 2022, ada 69 juta ton sampah yang dihasilkan masyarakat Indonesia, di mana 18,2 persen atau 12,5 juta ton adalah sampah plastik. Jumlahnya naik terus secara eksponensial sejak 1995 (Novrizal, 2022). Selain itu plastik juga menjadikan suhu udara menjadi lebih panas dari hari ke hari, karena sifat polimernya yang tidak berpori (Suminto, 2017). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012, pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pengurangan sampah terdiri dari 3R yaitu mereduksi timbulan (*reduce*), pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*). Daur ulang merupakan metode yang efektif dalam mengurangi sampah karena daur ulang sendiri merupakan proses menjadikan bahan yang sudah digunakan dan diolah menjadi barang baru untuk digunakan kembali. Salah satu metode daur ulang yang dapat dilakukan untuk mengelola sampah plastik adalah dengan membuat *eco paving block*. *Eco paving block* adalah pembuatan *paving block* dari bahan dasar sampah plastik yang menjadi bentuk daur ulang sampah menjadi suatu produk baru yang bisa bermanfaat.

Paving block sendiri merupakan salah satu bahan bangunan yang terbuat dari campuran

semen, pasir, batu, dan air. *Paving block* umumnya digunakan untuk sebagai pengerasan permukaan tanah pada taman, trotoar, dan lapangan parkir.

2. Kajian Literatur

Plastik merupakan bahan yang semakin berkembang seiring berkembangnya jaman, plastik banyak digunakan untuk berbagai macam bahan dasar. Penggunaan plastik dapat dipakai sebagai bahan pengemas, konstruksi, elektronik, automotif, mebel pertanian, perabot rumah tangga, mainan dan lain sebagainya. Penggunaan plastik di berbagai bidang tersebut didasarkan pada alasan bahwa bahan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan lain antara lain, seperti tidak berkarat, kuat, tidak mudah pecah, ringan, dan elastis.

Secara umum plastik dibedakan menjadi dua berdasarkan ketahanannya terhadap suhu yaitu *thermoplastik* dan *thermoset* (Arnata, 2015). *Thermoplastik* adalah jenis plastik yang dapat didaur ulang sedangkan *thermoset* adalah plastik yang tidak dapat didaur ulang.

Plastik juga tidak hanya digolongkan dari ketahanannya terhadap suhu melainkan plastik juga dibagi menjadi 7 dari simbol, kegunaannya serta cara mendaur ulangnya. Seperti PET (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*) dan *Other*.

Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Plastik HDPE dibuat melalui polimerisasi *ethylene* dengan tambahan metal lainnya sehingga menghasilkan polimer *polyethylene* yang tersusun dengan sebagian besar polimer-polimer linier. Dengan struktur molekul yang linier membuat sifat

plastik HDPE menjadi tahan terhadap suhu tinggi berkisar 120°C. Selain plastik HDPE memiliki sifat yang keras, fleksibel dan ringan. Plastik HDPE disarankan hanya digunakan 1x saja, tetap hanya disarankan sekali pakai saja karena pelepasan senyawa *antimony trioksida* yang terus meningkat seiring waktu (Nursyamsi dan Theresia, 2017).

Oli terbuat dari minyak bumi yang telah dicampurkan dengan zat-zat adiktif. Oli memiliki titik didih yang tinggi yaitu sekitar 400°C. Dalam penelitian ini oli digunakan agar plastik dapat tidak menguap saat dilelehkan dan mencair dengan baik, sehingga saat dicetak nanti plastik dan oli dapat menyatu dengan baik.

Paving block merupakan suatu bahan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat sejenisnya, air dan agregat halus (pasir) atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak dapat mengurangi mutu dari *paving block* tersebut. Berdasarkan SNI 03-6861.1-2002 tentang Spesifikasi bahan bangunan bagian A mengenai bahan bangunan bukan logam menyebutkan bahwa perbandingan semen dan pasir pada *paving block* umumnya adalah 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6. Persyaratan *paving block* di Indonesia diatur dalam SNI 03-0691-1996. *Paving block* harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dipecahkan dengan kekuatan dari tangan. Ukuran beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi +8%. Penyimpangan dimensi *paving block* yang diijinkan adalah panjang ± 2 mm, lebar ± 2 mm, dan tebal ± 3 mm. Pada SNI 03-0691-1996 klasifikasi mutu *paving block* dibedakan menjadi empat bagian yaitu:

Tabel 2.1 Mutu *Paving Block*

| Mutu | Gaya Tekan (MPa) | | Ketahanan aus (mm/menit) | | Penyerapan Air rata-rata maks (%) |
|------|------------------|------|--------------------------|-------|-----------------------------------|
| | Rata-rata | Min | Rata-rata | Min | |
| A | 40 | 35 | 0,090 | 0,103 | 3 |
| B | 20 | 17,0 | 0,130 | 0,149 | 6 |
| C | 15 | 12,5 | 0,160 | 0,184 | 8 |
| D | 10 | 8,5 | 0,219 | 0,251 | 10 |

Sumber: SNI 03-0691-1996

Eco paving block merupakan inovasi dari pembuatan *paving block* yang mengganti penggunaan semen menjadi bahan dasar sampah plastik. *Eco paving block* menggunakan agregat limbah plastik dan oli bekas, sehingga keseluruhan bahannya dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan baku utamanya.

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Gaya tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Prayuda, 2018). Rumus yang digunakan untuk perhitungan Gaya tekan beton berdasarkan SNI 03-1974-1990 adalah sebagai berikut:

$$fc' = P.A \text{ (Persamaan 1)}$$

Keterangan:

fc' = Kuat tekan (kg/cm^2)

P = beban tekan (kg)

A = luas penampang benda uji (cm^2)

$$F = m.a \text{ (Persamaan 2)}$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

m = Massa (kg)

a = Percepatan (m/s^2)

$$P = F.A \text{ (Persamaan 3)}$$

Keterangan:

P = Gaya Tekan (N/m^2)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (cm^2)

3. Metode

Subjek yang akan kami teliti adalah *eco paving block* yang berbahan dasar dari plastik berjenis HDPE dan *paving block* konvensional. Objek yang akan kami teliti adalah perbandingan gaya tekan dari *eco paving block* yang berbahan dasar plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dan dari *paving block* konvensional.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif mengenai uji gaya tekan *eco paving block* yang dibandingkan dengan *paving block*. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan cara penulis mengumpulkan data berupa hasil percobaan uji gaya tekan pada 3 sampel *eco paving block* dan 3 sampel *paving block* dengan bantuan mesin *hydraulic press*.

Dengan mesin *hydraulic press* kami mendapat data berupa beban maksimum (kg) dari *Hydraulic Pressure Gauge* pada *hydraulic press* saat *eco paving block* dan *paving block* konvensional ditekan.

Teknik analisis data pada penelitian ini merupakan teknik kuantitatif yang digunakan untuk mengolah data yang dihasilkan dari uji gaya tekan dari 3 sampel dari masing-masing *paving block* dan *eco paving block*. Pada penelitian ini data yang akan di dapat berupa beban penguji (massa) yang nantinya perlu diubah menjadi gaya dengan persamaan 2 lalu dari gaya perlu diubah lagi menjadi gaya tekan (P) dengan persamaan 3. Setelah itu peneliti akan menggunakan persamaan 1 untuk mendapatkan gaya tekannya.

Prosedur penelitian ini dimulai dari membuat *eco paving block* dan *paving block*. Dalam pembuatan *eco paving block* tahap pertama yang dilakukan adalah menyalakan kompor untuk memanaskan panci berisi oli lalu masukkan plastik HDPE dan aduk hingga plastik tercampur dengan oli. Setelah sudah rata masukkan adonan oli dan plastik ke dalam cetakan yang sudah disediakan, lalu press serta masukkan cetakan yang berisi adonan ke dalam air untuk mempercepat proses pendinginan. Kemudian keluarkan *eco paving block* yang sudah dingin ke luar cetakan.

Dalam pembuatan *paving block*, tahap pertama yang dilakukan adalah mencampurkan *super masonry cement* dan pasir dengan perbandingan 1:4 dengan ditambahkan air secukupnya. Setelah itu aduk hingga semua bahan tercampur dengan baik, lalu masukkan adonan ke dalam cetakan dan tunggu beberapa hari hingga kering.

Setelah selesai membuat *eco paving block* dan *paving block* yang sudah mengeras akan diuji gaya tekannya menggunakan mesin *hydraulic press*. Mesin tersebut akan mengukur beban maksimal yang dapat ditahan hingga *eco paving block* dan *paving block* hancur. Setelah menguji peneliti akan mencatat data dari mesin *hydraulic press* dan memasukkannya ke dalam tabel data.

4. Hasil dan pembahasan

Tabel 4.1. Hasil *Eco Paving Block* Berbahan Dasar Plastik HDPE

| Spesimen | Gaya Tekan | Mutu SNI |
|----------|------------|----------|
|----------|------------|----------|

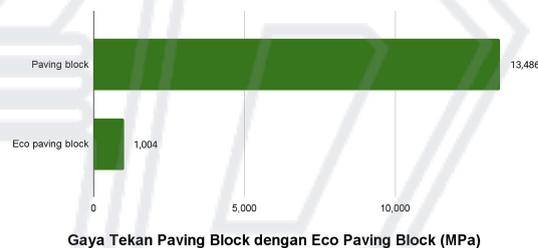
| | (MPa) | |
|----|-------|---|
| S1 | 1,03 | - |
| S2 | 0,84 | - |
| S3 | 1,14 | - |

Sumber: Olahan peneliti

Tabel 4.2. Hasil *Paving Block* Berbahan Semen dan Pasir

| Spesimen | Gaya Tekan (MPa) | Mutu SNI |
|----------|------------------|----------|
| S1 | 15,34 | C |
| S2 | 13,60 | C |
| S3 | 11,52 | D |

Sumber: Olahan peneliti



Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Gaya Tekan

Dari hasil perhitungan data diatas didapat rata-rata hasil pengujian sebesar 1,004 MPa. Dari hasil tersebut maka *eco paving block* berbahan dasar plastik (HDPE) belum bisa memenuhi kriteria dari tabel standar mutu gaya tekan *paving block*. Sedangkan untuk yang *paving block* berbahan dasar semen dan pasir mendapat rata-ratanya sebesar 13,486 MPa. Dari hasil tersebut maka *paving block* berbahan dasar semen dan pasir termasuk kedalam kategori golongan C seperti yang tertera pada Gambar 2, dimana mutu C digunakan untuk pejalan kaki. Maka diantara kedua jenis *paving block* ini yaitu *eco paving block* berbahan dasar plastik (HDPE) dibandingkan dengan *paving block* berbahan dasar semen dan pasir maka hasilnya masih lebih gaya *paving block* berbahan dasar semen dan pasir. Sehingga dengan ini *eco paving block* berbahan dasar plastik (HDPE) ini tidak bisa menggantikan *paving block* berbahan dasar semen pasir, karena berdasarkan gaya tekan dari *eco paving block* berbahan dasar plastik ini belum sesuai standar yang ditetapkan. Maka dari itu saat gaya tekan *paving block* berbahan dasar semen dan pasir dibandingkan dengan *eco paving block* berbahan dasar plastik (HDPE) gaya tekannya masih lebih besar gaya tekan *paving*

block berbahan dasar semen dan pasir. Hal ini bisa terjadi dikarenakan *eco paving block* dari penelitian ini murni plastik berjenis HDPE dan oli bekas oleh karena itu jika plastik saja belum terlalu gaya untuk bisa memenuhi standar gaya tekan *paving block* dari Tabel 2.1. Namun peneliti yakin jika bahan dari *eco paving block* tidak murni plastik dan oli saja melainkan ditambah bahan lain seperti pasir, hasil gaya tekannya bisa mendekati atau menyamai *paving block* semen dan pasir.

Penyebab yang membuat rendahnya gaya tekan pada *eco paving block* berbahan dasar plastik HDPE ini dikarenakan beberapa faktor. Pertama dari bahan utamanya dimana sifat murni dari plastik HDPE dan oli bekas yang digunakan dalam penelitian ini sebagai bahan dasar *eco paving block*nya mungkin tidak memberikan kekuatan yang cukup untuk memenuhi standar gaya tekan *paving block*. Lalu yang kedua ada pada saat proses pembuatan *eco paving block*nya dimana terdapat hal-hal yang menjadi penyebab rendahnya gaya tekan pada *eco paving block* berbahan dasar plastik HDPE ini seperti, suhu pencampuran, komposisi antara oli dengan plastik, waktu pengeringan dan pada pemadatan campuran pada cetakan yang hal-hal ini menjadi hal yang sangat penting dalam mencapai kualitas pada produk akhir. Sehingga dengan ini sangat diperlukan pengembangan lebih terhadap *eco paving block* berbahan dasar plastik HDPE ini agar dapat bersaing dengan *paving block* berbahan dasar semen dan pasir. Dengan mengimplementasikan beberapa hal seperti penambahan pasir dalam bahan baku pembuatan *eco paving block* berbahan dasar plastik HDPE ini agar gaya tekannya lebih besar, lalu penggunaan mesin atau teknologi dalam proses pembuatannya agar meminimalisir kesalahan kecil yang berdampak pada kualitas produk akhirnya, dan yang terakhir ada pada melakukan uji coba kecil terlebih dahulu sebelum melakukan uji di lab. Dengan ini peneliti bisa dibantu untuk mengetahui kekurangan yang ada pada produk akhir sehingga dengan ini diharapkan dapat ditemukan solusi yang mendekati standar kualitas yang diinginkan.

5. Simpulan

Berdasarkan percobaan ini perbandingan gaya tekan antara *eco paving block* dengan *paving block* konvensional adalah *paving block* konvensional jauh lebih gaya dibanding *eco paving block* dimana *paving block* konvensional

rata-rata gaya tekannya 13,486 MPa dan *eco paving block* rata-rata gaya tekannya 1,004 MPa. Berdasarkan percobaan ini tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan *eco paving block* adalah dengan menyiapkan alat dan bahan seperti kompor gas, spatula, timbangan digital, wajan/panci besar, ember, gunting, pisau, gas LPG, termometer, plastik jenis HDPE, air, oli dan cetakkannya. Tahap kedua yaitu memanaskan wajan di suhu 100-180°C, lalu memasukan oli dan tunggu oli panas baru setelah itu masukan plastik HDPE dan lakukan pengadukan hingga plastik berubah menjadi cair. Tahap ketiga yaitu tuangkan campuran plastik HDPE dan oli yang sudah tercampur dengan baik kedalam cetakan. Setelah semua campuran telah dituang ke dalam cetakan tekanlah dengan gaya menggunakan pennekan untuk membuatnya rata dan padat. Tahap keempat yaitu masukkan cetakan berisi campuran ke dalam air untuk melepaskan *eco paving block* dari cetakan agar tidak melekat pada cetakan. Tahap kelima yaitu *eco paving block* dikeringkan dibawah sinar matahari agar *eco paving block* kering sebelum pengujian dan tidak mudah pecah, proses pengeringan ini berjalan selama 3-4 hari

Ucapan terima kasih

Terima kasih terutama kepada Pak Andi Setiawan yang telah membimbing penulisan dan memberikan berbagai saran dalam penelitian ini sehingga karya ilmiah ini dapat disusun dengan baik.

Terima kasih juga kepada Pak Cosmas Jerry Anggoro yang telah menguji penelitian dan telah memberikan saran dalam penelitian ini.

Terima kasih juga kepada pihak Balai Sabo yang sudah membantu penelitian ini dalam pengujian gaya tekan sehingga penelitian ini mendapatkan data yang dibutuhkan.

Terima kasih pula kepada keluarga dan beberapa pihak lain yang telah membantu biaya transportasi maupun dukungan dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- Abdullah, K. 2022. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini
- Admadi, B., & Arnata, I. 2015. *Teknologi Polimer*. Bali: Universitas Udayana.
- Amran, Y. 2015. *Pemanfaatan Limbah Plastik untuk Bahan Tambahan Pembuatan*

- Paving Block sebagai Alternatif Perkerasan pada Lahan Parkir di Universitas Muhammadiyah Metro*. Lampung: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
- Effendi, R., Salsabila, H., & Malik, A. 2018. *Pemahaman Tentang Lingkungan Berkelanjutan*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Dobiki, J. 2018. *Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan di Pulau Kumo dan Pulau Kakara di Kabupaten Halmahera Utara*. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado
- Febriadi, E. 2019. *Pemanfaatan Sampah Organik dan Anorganik untuk Mendukung Go Green Concept di Sekolah*. Sorong: Universitas Muhammadiyah Sorong.
- Jimmyanto H. 2014. *Pengaruh Sampah Plastik dan Abu sekam Padi terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lunak*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Muslimin. 2016. *Uji Kualitas Batako dari Beberapa Jenis Pasir*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Novrina, K. N., & Nurhidayati, A. 2021. *Perbandingan Mutu dan Harga Paving Block Hasil Produksi Manual oleh Produsen Lokal*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Prayuda, H., & Pujianto, A. 2018. *Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agrerat Gamalama, Agrerat Merapi dan Agrerat Kali Progo*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rofik, M., & Mokhtar, A. 2021. *Pencemaran Dalam Lingkungan Hidup*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ruhlessin, M. 2023. *Sepanjang Tahun 2022, Ada 12,54 Juta Ton Sampah Plastik di Indonesia*. Diambil tanggal 12 Agustus 2023 , dari <https://www.kompas.com/properti/read/2023/06/15/180000421/sepanjang-tahun-2022-ada-12-54-juta-ton-sampah-plastik-di-indonesia>, diakses pada 12 Agustus 2023 pukul 13.37.
- Suminto, S. 2017. *Ecobrick: Solusi Cerdas dan Kreatif untuk Mengatasi Sampah Plastic*. Yogyakarta.
- Santhi, D. 2016. *Plastik Sebagai Kemasan Makanan dan Minuman*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Chair, I. M. 2014. *Daur Ulang sebagai Alternative Mengurangi Timbunan Sampah*. Padang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.