

PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK DOMESTIK (LDPE) UNTUK BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN BATAKO

Sutra Cahmulan¹⁾, Basuki²⁾, Suyatno³⁾, Warsiyah⁴⁾

Institut Teknologi Yogyakarta

Jl.Janti Km 04 Gedongkuning Yogyakarta

Email: basukiygn123@gmail.com

ABSTRAK

Limbah plastik adalah salah satu sumber pencemaran lingkungan hidup di Indonesia. Plastik merupakan produk serbaguna, ringan, fleksibel, tahan kelembaban, kuat, relatif murah karena berbagai kemudahan tersebut, seluruh dunia bernafsu untuk menghasilkan lebih banyak produk berbahan baku plastik. Namun, tanpa disadari, karakter dasar plastik, ditambah cara penggunaan yang tidak ramah lingkungan, justru merusak lingkungan hidup. Salah satu sampah plastik yang cukup dominan adalah plastik berbahan dasar LDPE (*Low Density Polyethylene*) dikarenakan plastik berbahan dasar ini memiliki sifat yang tahan terhadap temperature yang cukup tinggi dan memiliki kekentalan yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan selama 7 hari, pencetakan batako dengan menggunakan alat pencetak manual berukuran (30x15x10)cm. Cetakan diisi dengan total bahan dengan massa 8 kg yang merupakan campuran pasir:semen:LDPE dengan perbandingan 7:1:0, 6,5:1:0,5, 6:1:1, dan 5,5:1:1,5. Pengukuran daya serap air dilakukan pada hari ke-7. Pengukuran kuat tekan batako dilakukan pada hari ke-8. Data hasil penelitian dianalisis dengan metode analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang selanjutnya ditabelkan menggunakan tabel annova.

Hasil pengukuran berat, daya serap air dan kuat tekan dari semua variasi yang telah di ukur, Penambahan sampah plastik domestik LDPE berpengaruh terhadap kuat tekan batako. Kuat tekan batako rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan A yaitu sebesar 25,952 Kg/cm² dengan variasi perbandingan pasir:semen:LDPE = 7:1:0. Sedangkan kuat tekan batako rata-rata terendah terdapat pada perlakuan D yaitu sebesar 10,192 Kg/cm² dengan variasi perbandingan pasir:semen:LDPE = 5,5:1:1,5. Penambahan sampah plastik domestik LDPE berpengaruh terhadap daya serap air batako. Daya serap air batako rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu sebesar 9,555% dengan variasi perbandingan pasir:semen:LDPE = 6:1:1. Sedangkan daya serap air batako rata-rata terendah terdapat pada perlakuan A yaitu sebesar 1,389% dengan variasi perbandingan pasir:semen:LDPE = 7:1:0.

Kata kunci : Limbah Plastik LDPE, Batako, Kuat Tekan, Daya Serap air dan Berat Bata

UTILIZATION OF DOMESTIC PLASTIC WASTE [LDPE] FOR MIXED MATERIALS FOR BRICK MAKING

ABSTRACT

Plastic waste is one of the sources of environmental pollution in Indonesia. Plastic is versatile, lightweight, flexible, moisture resistant, strong, relatively inexpensive product because of these conveniences, the whole world is eager to produce more products made of plastic. However, without realizing it, the basic character of plastic, as well as ways of using it that are not eco-friendly, actually harm the environment. One of the plastic waste that is quite dominant is plastic made from LDPE (Low Density Polyethylene) because this plastic-based plastic has properties that are resistant to high temperatures and have high viscosity.

This research was carried out during 7 days, printing bricks using a manual printer measuring (30 x 15 x 10)cm. The mold is filled with a total material with a mass of 8 kg which is a mixture of sand:cement:LDPE in the ratio of 7:1:0, 6.5:1:0.5, 6:1:1 and 5 :1:1, 5. Measurement of water absorption was performed on the 7th day. The measurement of the compressive strength of the bricks was performed on the 8th day. Survey data were analyzed using a completely randomized design (CRD) analysis method, which was then tabulated using an annova table.

The measurement results of weight, water absorption and compressive strength of all variations that were measured. The addition of LDPE household plastic waste affects the compressive strength of the bricks. The highest average compressive strength of the bricks was found in treatment A, which was 25.952 kg/cm² with variation of the sand:cement:LDPE ratio = 7:1:0. The lowest average compressive strength of the bricks was found in treatment D, which was 10,192 kg/cm² with a variation of the sand:cement:LDPE ratio = 5.5:1:1.5. The addition of household plastic waste from LDPE affects the water absorption capacity of the bricks. The highest average water absorption capacity was found in treatment C, which was 9.555% with variation of the sand:cement:LDPE ratio = 6:1:1. The lowest average water absorption capacity was found in treatment A, which was 1.389% with variation of the sand:cement:LDPE ratio = 7:1:0.

Keywords: LDPE Plastic Waste, Brick, Compressive Strength, Water Absorption and Brick Weight

PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai limbah plastik telah menjadi sorotan masyarakat global. Kuantitas limbah plastik yang terus meningkat seiring dengan peningkatan populasi manusia tidak diimbangi dengan pengelolaan sampah yang tepat. TPA yang biasa dijadikan sebagai tempat pengelolaan sampah tidak mampu menampung kuantitas plastik yang sangat besar. Hal ini menyebabkan pencemaran plastik telah terjadi bahkan hingga ke laut. Salah satu jenis plastik yang berakhir di TPA dengan jumlah yang besar adalah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*). Salah satu bentuk penanggulangan terhadap limbah plastik adalah dengan memanfaatkannya kembali melalui teknologi tepat guna.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Kumar (2011), plastik adalah salah satu makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah nafta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam.

Plastik merupakan salah satu bahan yang sangat erat hubungannya dengan aktivitas manusia. Menurut Sucipto, 2012, plastik merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan peralatan rumah tangga, otomotif dan sebagainya. Penggunaan plastik yang semakin meningkat maka sampah plastik yang dihasilkan pun semakin menumpuk. Sampah plastik tentu mempunyai dampak negative baik dalam pemakaiannya maupun setelah menjadi sampah, sebab sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah yang tidak mudah diurai. Misalnya pigmen warna pada plastik dapat bermigrasi ke makanan. Selain itu menurut Purwaningrum (2016), dampak plastik terhadap lingkungan antara lain adalah tercemarnya tanah, air tanah, dan makhluk hidup bawah tanah akibat racun-racun dari partikel plastik yang masuk ke dalam tanah membunuh hewan-hewan pengurai dalam tanah, seperti cacing.

Menurut Supriyadi (1986) batako adalah bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis ditambah dengan agregat halus dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25 % penampang batanya dan isi lubang lebih dari 25 % isi batanya. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0349-1989), Conblock (concrete block) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (additive/substitutive), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding batako putih atau batako tras. Batako merupakan batu cetak yang tidak dibakar, tetapi di-*press*. Berdasarkan bahan bakunya, batako dibedakan menjadi dua, yaitu batako tras atau batako putih dan batako semen. Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur dan air sehingga sering juga disebut batu kapur tras. Tras merupakan jenis tanah yang terbentuk dari lapisan batu-batu yang berasal dari gunung berapi. Warna batako ada yang putih dan ada yang putih kecoklatan. Batako putih memiliki ukuran panjang 25cm-30 cm, tebal 8cm-10 cm, dan tinggi 14cm-18cm.

Penggunaan batako tras untuk dinding mempunyai beberapa kelebihan diantaranya sebagai berikut (Susanta, 2008).

- Pemasangannya relatif lebih cepat.
- Harga relatif murah.
- Sedangkan kekurangan batako tras sebagai berikut.
- Kondisinya rapuh dan mudah pecah.
- Air mudah terserap sehingga dapat menyebabkan tembok lembab. Dinding mudah retak.
- Penggunaan rangka beton pengaku relatif lebih banyak, antara 7,5–9 m².

Batako Semen PC atau Bata Beton

Campuran pembentuk batako sebagai bahan konstruksi adalah antara semen, pasir dan air yang

kemudian di press kedalam cetakan yang sesuai dengan standar. Batako merupakan bahan bangunan yang biasanya digunakan untuk pasangan dinding atau dinding tembok. Batako mempunyai sifat-sifat panas dan ketebalan total yang lebih baik. Batako dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Dinding yang dibuat dari batako mempunyai keunggulan dalam hal meredam panas dan suara. Semakin banyak produksi batako semakin ramah terhadap lingkungan, daripada produksi batu bata tanah liat karena tidak harus dibakar (Harun Mallisa, 2011, dikutip oleh Mufika, 2018)

Pembuatan batako dengan ukuran dan metode serta bentuk baru membutuhkan pengujian kuat tekan. Semakin bertambahnya umur bata beton, maka kuat tekannya pun akan bertambah tinggi atau semakin kuat. Standar kekuatan pada bata beton yang dipakai adalah kekuatan pada umur 28 hari, apabila diinginkan untuk mengetahui kekuatan bata beton berlubang pada umur 28 hari, maka dapat dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 3 atau 7 hari dan hasilnya dapat dikalikan dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan bata beton berlubang pada umur 28 hari (Mufika, 2018).

Standar Batako

Kuat tekan (*Compressive strength*) adalah suatu bahan yang merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut (Mariq R. 2009, dikutip oleh Mufika, 2018). Kuat tekan batako mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu batako yang dihasilkan. Untuk cara pengujian kuat tekan pada batako dilakukan dengan metode pengujian kuat tekan untuk batako berdasarkan SNI-03-0348-1989-7. Lalu dari hasil yang sudah didapatkan dibuat grafik hubungan antara umur dan kuat tekan rata-ratanya. Pada tegangan biasanya akan disimbolkan f , dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi dengan merata dalam satuan penampang dan disebutkan pengertian dari tegangan adalah gaya per satuan luas, maka rumus dari tegangan dapat digambarkan sebagai berikut (Hermanto, 2014):

$$f_c = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dimana:

- f_c = Kuat tekan / tegangan (MPa)
- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang bahan (cm²)

Persentase berat air yang mampu diserap agregat (batako) di dalam air disebut serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat disebut kadar air. Besar kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada beton (batako). Semakin banyak pori yang terkandung maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Untuk pengukuran penyerapan air batako menggunakan mengacu pada standar ASTM C 20-93 dalam Murdock (1991) dan dihitung dengan persamaan.

$$W_a = \frac{(M_j - M_k)}{M_k}$$

Dimana:

- W_a = Water Absorption (%)
- M_k = Massa benda kering (gr)
- M_j = Massa benda dalam kondisi jenuh (gr)

METODE

Penelitian ini dilakukan selama 7 hari, pencetakan batako dengan menggunakan alat pencetak manual berukuran (30x15x10)cm. Cetakan diisi dengan total bahan dengan massa 8 kg yang merupakan campuran pasir:semen:LDPE dengan perbandingan 7:1:0, 6,5:1:0,5, 6:1:1, dan 5,5:1:1,5. Pengukuran daya serap air dilakukan pada hari ke-7. Pengukuran kuat tekan batako dilakukan pada hari ke-8. Data hasil penelitian dianalisis dengan metode analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang selanjutnya ditabelkan menggunakan tabel annova.

HASIL PENELITIAN

Pengujian kuat tekan batako dilakukan pada tanggal 21 Januari 2022 di Laboratorium Balai Teknik Sabo yang beralamatkan di Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Setelah dilakukan pengujian daya serap dan kuat tekan batako, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1. Data Rerata Kuat Tekan Batako

Perbandingan Campuran Pasir : Semen : LDPE)	Kode	Uji Kuat Tekan (Kg/cm ²)			Kuat Tekan Total (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm ²)	SNI 03-0349-1989
		1	2	3			
7 : 1 : 0	A	21,279	31,929	24,649	77,857	25,952	IV
6,5 : 1 : 0,5	B	16,447	20,210	17,446	54,103	18,034	Tidak SNI
6 : 1 : 1	C	9,772	12,984	9,562	32,318	10,773	Tidak SNI
5,5 : 1 : 1,5	D	11,782	9,696	9,097	30,575	10,192	Tidak SNI

Sumber : Data Primer (2022).

Dari serangkaian uji kuat tekan serta nilai rata-rata setiap perlakuan Tabel 1. diatas menunjukkan rata-rata kuat tekan benda uji batako tertinggi adalah variasi perbandingan pasir:semen:LDPE =7:1:0 menghasilkan kuat tekan rata-rata 25,952 Kg/cm². Sedangkan untuk nilai rata-rata kuat tekan benda uji batako terendah ditunjukkan oleh variasi perbandingan pasir : semen : LDPE = 5,5:1:1,5 menghasilkan kuat tekan rata-rata 10,192 Kg/cm².

Berdasarkan hasil diatas maka hanya ada 1 variasi campuran benda uji batako yang nilai rata-ratanya memenuhi syarat mutu batakopejal SNI 03-0349-1989 yaitu campuran A. Sedangkan 3 variasi campuran benda uji batako yang lainnya tidak masuk kedalam tingkat mutu yang manapun dikarenakan nilai rata-rata kuat tekannya masih dibawah 25 Kg/cm² yang merupakan nilai rata-rata kuat tekan minimum dari batako tingkat mutu IV.

Tabel 4. 2. Hasil Uji Annova Kuat Tekan Batako

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	113,74	37,91	39,76	4,07
Galat	8	7,63	0,95		
Umum	11	121,37			

Sumber : Data Primer (2022)

Berdasarkan perhitungan Annova taraf nyata 5% untuk data kuat tekan batako didapatkan F hitung sebesar 39,76 yang nilainya lebih besar dibandingkan dengan F tabel yaitu sebesar 4,07. Hal itu berarti bahwa variasi penambahan limbah plastik LDPE berpengaruh nyata terhadap daya serap air

batako. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dilanjutkan uji LSD dengan α 5%. dilakukan analisis dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang selanjutnya ditabelkan seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Uji Anova Kuat Tekan Batako F_{hitung} dan F_{Tabel} .

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F_{hitung}	$F_{tabel\ 5\%}$
Perlakuan	3	492,07	164,02	16,78	4,07
Galat	8	78,19	9,77		
Umum	11	570,26			

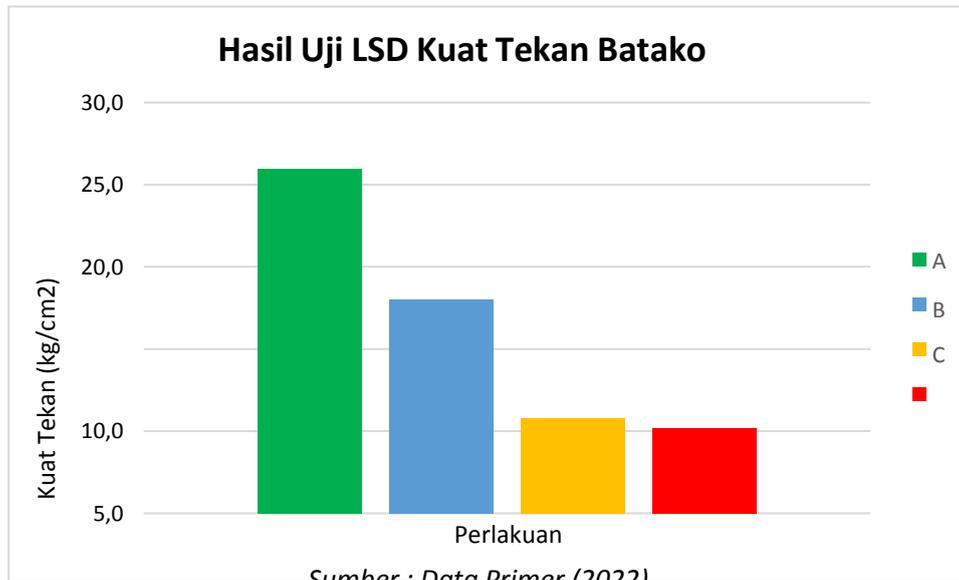
Sumber : Data Primer (2022)

Berdasarkan perhitungan Anova taraf nyata 5% untuk data kuat tekan batako didapatkan F_{hitung} sebesar 16,78 yang nilainya lebih besar dibandingkan dengan F_{tabel} yaitu sebesar 4,07. Hal itu berarti bahwa variasi penambahan limbah plastik LDPE berpengaruh nyata terhadap kuat tekan batako. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dilanjutkan uji LSD dengan α 5%.

Tabel 4.4 LSD Kuat Tekan Batako

Perlakuan	Rata-rata	Simbol
A	25,952	d
B	18,034	c
C	10,773	ab
D	10,192	a

Sumber : Data Primer (2022)



Gambar 4.1 Diagram Hasil Uji LSD Kuat Tekan Batako

Berdasarkan Tabel 4.4 diperoleh bahwa antar perlakuan memiliki pengaruh nyata terhadap kuat tekan batako. Dari uji LSD (*Least Significance Different*) dengan α 5% didapatkan perlakuan terbaik kuat tekan batako yaitu perlakuan A. Pada perlakuan A variasi campuran bahan pembuatan batako perbandingan pasir : semen : LDPE sama dengan 7:1:0.

Daya Serap Air

Pengujian daya serap air batako bertujuan guna mengetahui seberapa besar batako dengan serat limbah plastik LDPE (*Low Density Polythlene*) mampu menyerap air. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 uji serap air dilakukan dengan cara menganalisa sampel kering sesudah direndam. Tabel 4.5 Data Rerata Daya Serap Air

Perbandingan Campuran (Pasir : Semen : LDPE)	Kode	Daya Serap Air (%)			Daya Serap Air Total (%)	Daya Serap Air Rerata (%)
		1	2	3		
7 : 1 : 0	A	1,163	1,163	1,840	4,166	1,389
6,5 : 1 : 0,5	B	6,410	6,410	6,410	19,231	6,410
6 : 1 : 1	C	8,451	11,765	8,451	28,666	9,555
5,5 : 1 : 1,5	D	8,088	8,088	8,088	24,265	8,088

Sumber : Data Primer (2022)

Hasil nilai rata-rata daya serap air pada masing-masing variasi campuran benda uji batako kemudian dibandingkan dengan syarat mutudari batako berdasarkan SNI-03-0349-1989. Berdasarkan Tabel 4.6 diatas menunjukkan rata-rata daya serap air, maka nilai daya serap air, maka nilai daya serap air. yang dihasilkan berkisar antara 1-9%. Rata-rata daya serap air benda uji batako tertinggi adalah variasi

perbandingan pasir:semen:LDPE = 6:1:1 menghasilkan daya serap air rata-rata 9,555%. Sedangkan untuk nilai rata-rata daya serap air benda uji batako terendah ditunjukkan oleh variasi perbandingan pasir : semen : LDPE = 7:1:0 menghasilkan kuat tekan rata-rata 1,389%.

Berdasarkan SNI-03-0349-1989 hasil daya serap air tertinggi dan terendah masih bisa masuk kedalam daya serap tingkat mutu I dengan penyerapan air rata-rata maksimal 25%. Hasil daya serap air batako dilakukan analisis dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang selanjutnya ditabelkan seperti pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Anova Daya Serap Air Batako

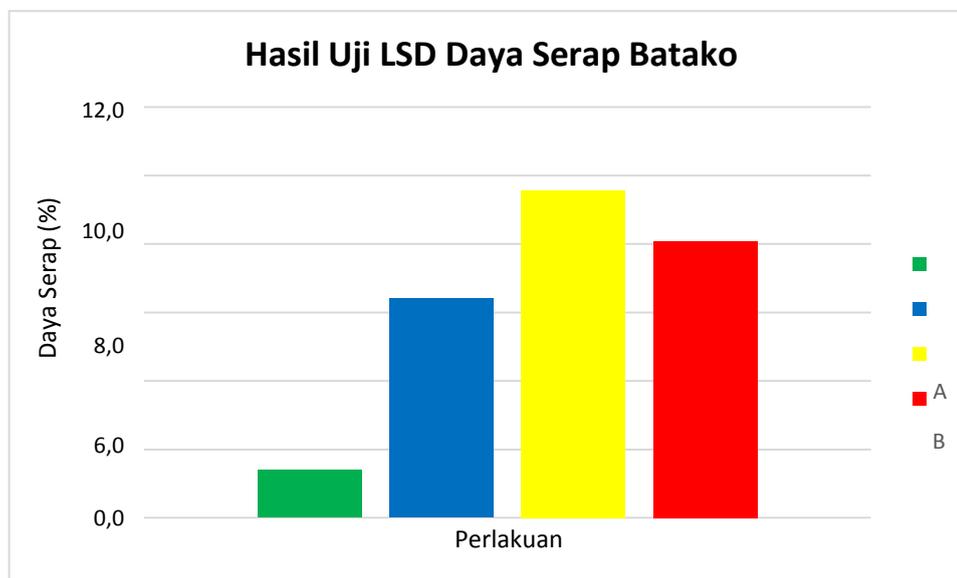
Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	3	113,74	37,91	39,76	4,07
Galat	8	7,63	0,95		
Umum	11	121,37			

Sumber : Data Primer (2022)

Tabel 4.7 LSD Daya Serap Batako

Perlakuan	Rata-rata	Simbol
A	1,389	A
B	6,410	B
C	9,555	C
D	8,088	Bc

Sumber : Data Primer(2022)



Gambar 4.2 Diagram Hasil Uji LSD Daya Serap Batako

Berdasarkan perhitungan annova taraf nyata 5% untuk daya serap air batako didapatkan F hitung 39,76 yang nilainya lebih besar dibandingkan dengan F table yaitu sebesar 4,07. Hal ini berarti bahwa variasi penambahan limbah plastic LDPE berpengaruh nyata terhadap daya serap air batako. Karena F hitung > F table, maka dilanjutkan uji LSD dengan α 5%.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan tersebut diatas , maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan sampah plastik LDPE berpengaruh terhadap berat batako yang dihasilkan. Semakin banyak penambahan LDPE maka semakin rendah pula berat batako.
2. Penambahan sampah plastik domestik LDPE berpengaruh terhadap daya serap air batako. Daya serap air batako rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu sebesar 9,555%. Sedangkan daya serap air batako rata-rata terendah terdapat pada perlakuan A yaitu sebesar 1,389%.
3. Penambahan sampah plastik domestik LDPE berpengaruh terhadap kuat tekan batako. Kuat tekan batako rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan A yaitu sebesar 25,952 Kg/cm². Sedangkan kuat tekan batako rata-rata terendah terdapat pada perlakuan D yaitu sebesar 10,192 Kg/cm².

SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk masyarakat yang akan membuat batako dengan penambahan limbah plastik LDPE (*Low Density Polythylene*), disarankan agar saat pembuatan batako perlu memperhatikan kecukupan kebutuhan air, sehingga kualitas batako tetap terjaga dan tidak terjadi pecah dibagian pinggir.
2. Berdasarkan hasil penelitian, jenis limbah plastik LDPE (*Low Density Polythylene*) ini bisa digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan batako, akan tetapi dalam jumlah yang sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Glory, Octa. 2018. *Penambahan Limbah Plastik HDPE dan PP pada Campuran Pasangan Dinding Batako*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hartono, Rudi. 2008. *Penanganan Pengolahan Sampah*. Bogor: Penerbit Penebar Swadaya.
- Hermanto, Dony. (2014) Kuat Tekan Batako Dengan Variasi Bahan Tambah Serat Ijuk. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v2i3.37420>. Vol 2, No 3.

- Kumar, AA., K. Karthick, Arumugam, K.P., 2011, *Properties of Biodegradable polymers and Degradation for Sustainable Development, International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 2[3], 164-167.
- Mufika, Neyla Rohmah. 2018. *Pengaruh Penggunaan Beton Plastik Untuk Batako Ringan Berlubang Di Uji Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur dengan Variasi Jumlah Serat Benang*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Manjarin, Niputu. 2020. *Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Blok*. Yogyakarta: Institut Teknologi Yogyakarta.
- Purwaningrum, 2016. *Analisis Karakteristik Sampah Plastik Di Permukiman Kecamatan Tebet Dan Alternatif Pengolahannya. Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology. Vol 7No.1 [2015]*.
- Ramadhan, Prasetyo. 2017. *Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik LDPE Sebagai Agregat Halus Pada Batako Beton Ringan*.
- Sucipto. 2012. *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah Semarang: Gosyen Publishing*.
- Manjarin, Niputu. 2020. *Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Blok*. Yogyakarta: Institut Teknologi Yogyakarta.