



Studi eksperimen penambahan limbah kaca bening (*float glass*) dan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) pada efektivitas cat *waterproofing*

Nais Sofina Zulfa^{a*}, Luthfiah Ajeng Herdiartanti^a, Riza Susanti^a, Hartono^a

^{a*},^a Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Corresponding author:

Email:

sofinazulfa@gmail.com

Article history:

Received : 05 October 2024

Accepted : 21 March 2025

Publish : 29 March 2025

Keywords:

glass powder, shell, walls, wall paint, waterproofing

Walls are important elements in a building that function as a divider between rooms and as a protector from external factors. Common damage to walls is caused by water or damp conditions. Water that seeps into the wall can cause damage, reduce quality and durability. The use of waterproofing paint is a solution to overcome this problem. Waterproofing paint has been widely developed with various innovations. With the addition of additives to the paint, waterproofing can be increased. Therefore, paint additives are needed in the form of glass powder to keep the wall surface from being damp and green mussel shell powder which contains calcium carbonate (CaCO₃). The purpose of this study was to determine the water resistance of paint added with clear glass powder with percentage variations of 10%, 15% and 20% and green mussel shell powder with a substitution of 5%, 7,5% and 10% with each test object 1 liter of paint. Based on the results of the water seepage test, it has not met SNI requirements. However, the water absorption, specific gravity, spreadability and drying time tests have met SNI requirements. Adhesion testing for all paint variations has met ASTM D3359 requirements.

Copyright © 2025 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Dinding adalah struktur vertikal yang memisahkan atau membatasi ruang dalam suatu bangunan dan dapat berfungsi sebagai penyangga beban, pelindung dari cuaca, penyekat ruangan, serta elemen estetika. Disamping itu dinding memiliki permasalahan seperti pertumbuhan jamur. Curah hujan yang tinggi dan tingginya kadar air pada permukaan dinding selama proses pengecatan merupakan penyebab dari pertumbuhan jamur. Spora jamur yang beterbangan di udara dapat masuk ke tubuh manusia melalui saluran pernafasan (Komang Angga, 2019). Masyarakat dengan penyakit asma dan masalah saluran pernafasan lainnya lebih rentan terhadap bahaya jamur. Dari permasalahan jamur pada dinding tersebut dibutuhkan cat *waterproofing* untuk mengatasi atau menghambat pertumbuhan jamur (Brams Dwandaru et al., 2016).

Cat *waterproofing* memiliki beberapa inovasi yang telah berkembang saat ini. Salah satu diantaranya terdapat penelitian terdahulu mengenai inovasi cat *waterproofing* yang diberikan bahan tambah berupa serbuk kaca bening. Kaca bening memiliki sifat *nonporous* (tidak berpori), sehingga bisa menahan air. Salah satu bahan pengisi pada cat yaitu CaCO₃ yang mana kandungan tersebut ada di dalam cangkang kerang hijau. Kandungan yang dimiliki cangkang kerang hijau sebagian besar tersusun dari kalsium karbonat (CaCO₃), kalsium fosfat, Ca(HCO₃)₂, Ca₃S (Elfarisna et al., 2023). Sehingga penambahan cangkang kerang hijau diharapkan mampu menjadi substitusi parsial pada cat *waterproofing*. Cangkang kerang hijau mudah didapatkan dan dari segi ekonomis limbah cangkang kerang hijau memiliki harga yang relatif murah dibandingkan zat kimia CaCO₃ pabrikan sehingga diharapkan mampu mengefisiensikan biaya produksi pembuatan cat.

Limbah kaca bening dan cangkang kerang hijau merupakan dua jenis limbah yang jumlahnya terus meningkat. Limbah kaca bening berasal dari berbagai produk kaca yang dibuang, sedangkan cangkang kerang hijau adalah hasil dari industri perikanan. Kedua limbah ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius jika tidak dikelola dengan baik. Limbah kaca sering kali tidak terurai secara alami (Angeline dan Allencia, 2017). Sedangkan cangkang kerang hijau yang merupakan sisa dari industri makanan laut sering kali hanya dibuang begitu saja. Upaya untuk mengurangi limbah kaca bening dan cangkang kerang hijau dengan melakukan inovasi yang memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan tambah pada cat *waterproofing*.

2. Data dan metode

2.1. Metode penelitian

Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan metode eksperimen di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Pada penelitian ini bermaksud meneliti dan menguji variasi penambahan serbuk kaca bening dan substitusi serbuk cangkang kerang hijau pada efektivitas cat *waterproofing*. Variasi persentase penambahan limbah serbuk kaca bening sebanyak 10%, 15%, dan 20% sedangkan serbuk cangkang kerang hijau dengan variasi substitusi sebanyak 5%; 7,5%, dan 10%. Adapun pengujian dari benda uji antara lain sebagai berikut:

- 1) Pengujian rembesan air
- 2) Pengujian daya serap air
- 3) Pengujian berat jenis
- 4) Pengujian waktu mengering
- 5) Pengujian daya sebar
- 6) Pengujian adhesi

2.2. Pengolahan limbah

Serbuk kaca bening merupakan material tambahan yang akan dipakai dalam penambahan cat dan serbuk cangkang kerang hijau sebagai substitusi CaCO_3 . Serbuk kaca bening terbuat dari limbah kaca yang tidak terpakai dan dihancurkan hingga berukuran serbuk. Menurut (Gunarto dan Iwan Candra, 2019) menjelaskan bahwa fraksi agregat kasar untuk agregat yang tertahan di atas saringan 2,36 mm (No. 8) menurut saringan ASTM, sedangkan agregat halus adalah agregat yang mempunyai sifat lolos saringan 2,36 mm (No. 8) sesuai dengan SNI 03-6819-2002. Adapun serbuk kaca bening dan serbuk cangkang kerang hijau ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Serbuk kaca bening



Gambar 2. Serbuk cangkang kerang hijau

2.3. Metode pengujian rembesan air

Pengujian rembesan air (*waterproofing*) dilakukan selama 24 jam untuk mengetahui nilai penurunan air pada genteng. Hasil pengujian ini didapatkan dari besaran penurunan ketinggian air dengan cara pengurangan ketinggian air dari awal pemberian air dan setelah 24 jam. Acuan pengujian ini dari SNI 0096:2007.

2.4. Metode pengujian berat jenis

Pengujian berat jenis dilakukan dengan cara menghitung berat benda yang dibagi dengan volume benda. Pengujian ini menggunakan toples yang terisi dengan cat. Hasil dari pengujian ini dinyatakan dalam satuan g/mL. pengujian ini menggunakan acuan SNI 3564:2014 yang memiliki nilai minimum 1,1 g/mL.

2.5. Metode pengujian daya sebar

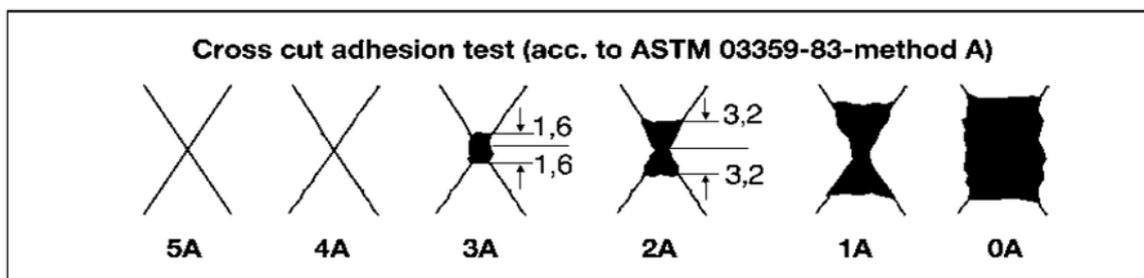
Pengujian daya sebar dilakukan untuk menguji cat per-gramnya mampu untuk menutupi atau menyebar dengan baik pada permukaan. Pengujian ini menggunakan papan kalsi sebagai medianya. Hasil pengujian ini menjelaskan bahwa nilai minimum untuk daya sebar adalah 4 m²/Kg sesuai dengan standar SNI 03-6861.1-2002.

2.6. Metode pengujian waktu mengering

Pengujian waktu mengering menggunakan papan kalsi sebagai medianya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui cat dapat mengering dengan sempurna pada menit ke berapa. Hasil pengujian menggunakan syarat SNI 3564:2014 dengan nilai maksimum kering sentuh 30 menit.

2.7. Metode pengujian adhesi

Pengujian adhesi dilakukan untuk mengetahui banyaknya cat yang tetap dapat menempel pada tembok setelah didiamkan selama 7 hari. Pengujian ini memerlukan tembok sebagai media untuk mengoleskan sampel cat. Sesuai dengan standar ASTM D3359 hasil dari pengujian ini dinyatakan dalam 1A/2A/3A/4A/5A (*cross cut adhesion test*). Pengujian adhesi dilakukan pemotongan dengan pola "X", setelah 7 hari ditempelkan solatip lalu ditarik dan dilihat tingkat pengelupasan cat tersebut. Adapun metode *Cross Cut Adhesion Test* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Cross cut adhesion test*

2.8. Job mix design

Pembuatan *job mix design* yang digunakan sesuai dengan SNI 0096:2007 yang berkaitan dengan pengujian rembesan air (*waterproofing*), SNI-1996 yang berkaitan dengan pengujian daya serap air, SNI 3564:2014 yang berkaitan dengan pengujian berat jenis dan pengujian waktu mengering, SNI 03 - 6861.1 - 2002 berkaitan dengan pengujian daya sebar. Pengujian adhesi mengacu pada ASTM D3359 tahun 2004. Adapun rancangan *job mix design* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Job mix design* benda uji

Variasi	Cat (gr)	Serbuk kaca bening		CaCO ₃	Serbuk cangkang kerang hijau	
		%	gram		%	gram
A	1000	10	100	417,9	5	22
B	1000	15	150	406,9	7,5	33
C	1000	20	200	395,9	10	44
D	1000	10	100	395,9	10	44
E	1000	20	200	417,9	5	22

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pengolahan limbah

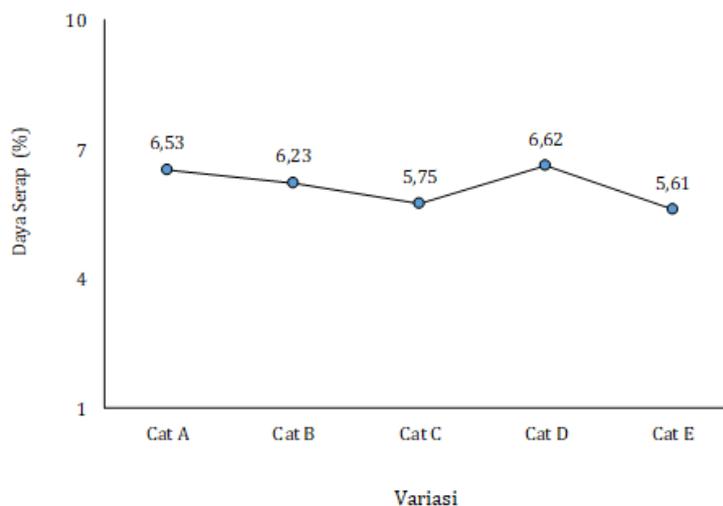
Hasil pengolahan limbah dalam pembuatan cat *waterproofing* diawali dengan mengumpulkan limbah kaca bening dan limbah cangkang kerang hijau kemudian dihancurkan dan ditumbuk sampai halus hingga lolos saringan No. 200. Adapun hasil pengujian agregat halus disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus

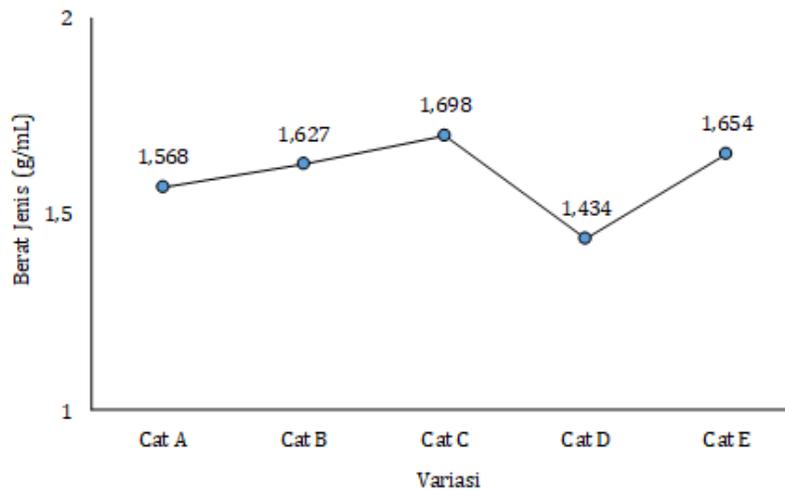
Saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat tertahan (%)	Berat tertahan kumulatif (%)	Berat lolos saringan kumulatif (%)
¾"	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	0,00	0,00	0,00	100,00
⅜"	0,00	0,00	0,00	100,00
#4	0,00	0,00	0,00	100,00
#8	0,00	0,00	0,00	100,00
#16	0,00	0,00	0,00	100,00
#30	0,00	0,00	0,00	100,00
#50	0,00	0,00	0,00	100,00

3.2. Pengujian cat

Hasil pengujian daya serap air yang ditunjukkan pada Gambar 4, *paving block* dengan variasi cat A memiliki nilai 6,53%; *paving block* dengan variasi cat B memiliki nilai 6,23%; *paving block* dengan variasi cat C memiliki nilai 5,75%; *paving block* dengan variasi cat D memiliki nilai 6,62%; dan *paving block* dengan variasi cat E memiliki nilai 5,61%. Dari variasi cat tersebut, cat C dan cat E telah memenuhi syarat SNI-1996 dengan syarat daya serap kurang dari 6%. Tetapi pada variasi cat A, cat B dan cat D belum memenuhi syarat SNI-1996. Dari nilai daya serap air tersebut menunjukkan bahwa nilai penyerapan air akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi serat kaca yang ditambahkan (Ariyani dan Tiffany, 2016). Meningkatnya nilai daya serap pada *paving block* dikarenakan serbuk kaca sendiri memiliki sifat *zero absorption* (Nursyamsi et al., 2016). Berdasarkan hasil pengujian berat jenis pada Gambar 5 didapatkan nilai variasi cat A 1,568 g/mL, variasi cat B 1,627 g/mL, variasi cat C 1,698 g/mL, variasi cat D 1,434 g/mL, dan variasi cat E 1,654 g/mL. Adapun nilai tersebut menunjukkan bahwa semua variasi cat telah memenuhi standar SNI 3564:2014 dengan minimum nilai berat jenis cat sebesar 1,1 g/mL.

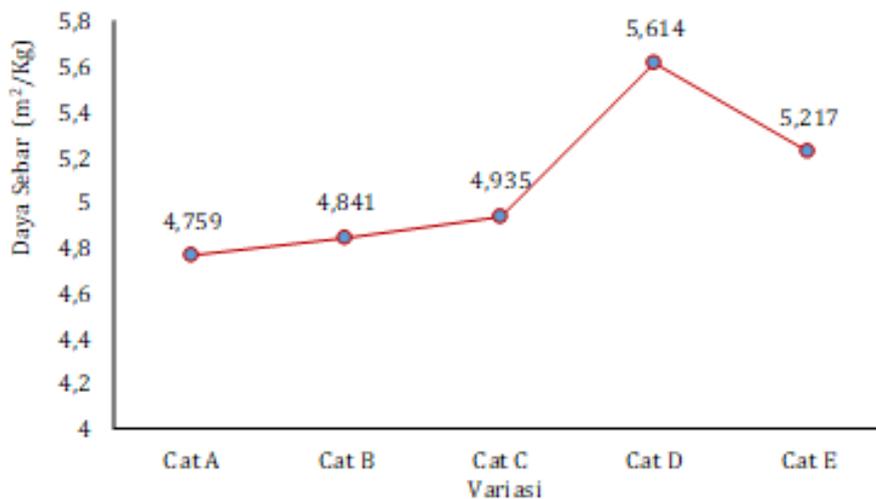


Gambar 4. Nilai daya serap



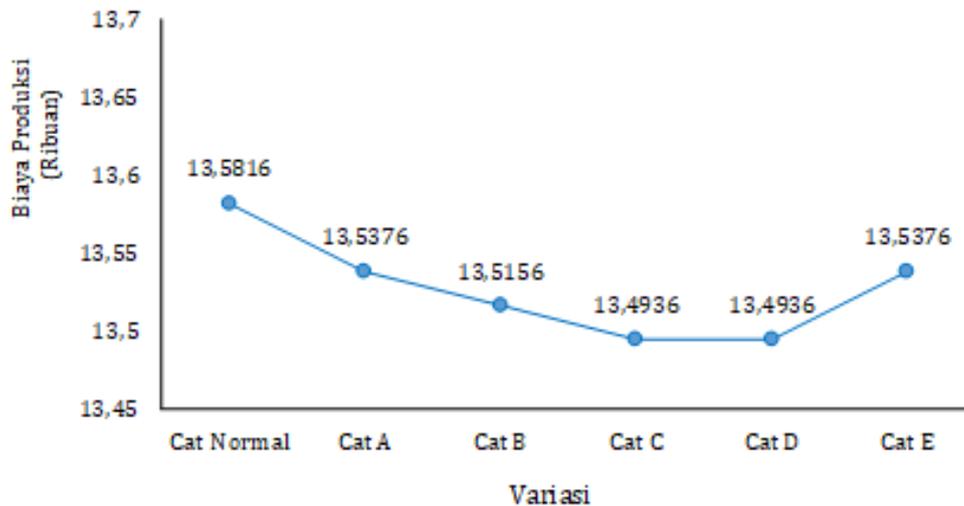
Gambar 5. Nilai berat jenis

Gambar 6 menjelaskan bahwa pengujian daya sebar didapatkan hasil dengan variasi cat A memiliki nilai daya sebar $4,759 \text{ m}^2/\text{Kg}$, variasi cat B memiliki nilai daya sebar $4,841 \text{ m}^2/\text{Kg}$, variasi cat C memiliki nilai daya sebar $4,935 \text{ m}^2/\text{Kg}$, variasi cat D memiliki nilai daya sebar $5,614 \text{ m}^2/\text{Kg}$, dan variasi cat E memiliki nilai daya sebar $5,217 \text{ m}^2/\text{Kg}$. Dengan demikian, hasil dari pengujian daya sebar semua variasi cat telah memenuhi standar SNI 03-6861.1-2002 (nilai minimum $4 \text{ m}^2/\text{Kg}$). Pengujian daya sebar ini menunjukkan berapa meter persegi yang dapat dicat dengan 1 liter cat. Semakin tinggi nilai daya sebar maka semakin luas daya sebar setiap 1 liter cat, apabila daya sebar semakin luas maka semakin ekonomis juga jumlah cat yang dibutuhkan.



Gambar 6. Nilai daya sebar

Berdasarkan Gambar 7 untuk produksi cat tembok (normal) dengan biaya produksi sebesar Rp13.581,60. Sedangkan untuk cat A, cat B, cat C, cat D dan cat E dengan biaya produksi sebesar Rp13.537,60; Rp13.515,60; Rp13.493,60; Rp13.493,60; Rp13.537,60 yang selisih biayanya tidak jauh dari cat tembok (normal).



Gambar 7. Nilai biaya produksi

Pengujian rembesan air merupakan salah satu pengujian waterproofing. Pengujian ini sesuai dengan standar SNI 0096:2007. Pengujian ini menggunakan 2 jenis genteng yang berbeda yang berjumlah 6 buah tiap pengujiannya. Masing-masing dilakukan pengujian dengan cara genteng 0 (tanpa sampel cat), genteng A (sampel cat dengan serbuk kaca bening 10% dan serbuk cangkang kerang hijau 5%), genteng B (sampel cat dengan serbuk kaca bening 15% dan serbuk cangkang kerang hijau 7,5%), genteng C (sampel cat dengan serbuk kaca bening 20% dan serbuk cangkang kerang hijau 10%), genteng D (sampel cat dengan serbuk kaca bening 10% dan serbuk cangkang kerang hijau 10%), genteng E (sampel cat dengan serbuk kaca bening 20% dan serbuk cangkang kerang hijau 5%). Gelas plastik ditempelkan di atas permukaan genteng menggunakan campuran lilin dan gondorukem yang telah dilelehkan, setelah itu dituangkan air setinggi 5 cm dan didiamkan selama 24 jam. Berikut pengujian rembesan air dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian rembesan air

Berdasarkan hasil dari pengujian rembesan air yang telah dilakukan di atas genteng yang sebelum direndam selama 24 jam dilakukan pengecatan pada dasar gelas, didapatkan hasil bahwa pengujian yang menggunakan genteng Jatiwangi konvensional mengalami penurunan keseluruhan air yang telah dituang. Sedangkan yang diberi cat pada permukaan genteng Jatiwangi hanya mengalami penurunan sebesar 0,2 cm–0,5 cm. Sama dengan genteng Jatiwangi konvensional, pada genteng Sokka konvensional juga mengalami penurunan keseluruhan air yang telah dituang. Sedangkan yang diberi cat pada permukaan genteng Sokka hanya mengalami penurunan 0,2 cm–0,6 cm. Sehingga dapat disimpulkan pengujian rembesan air yang diolesi cat dan yang tidak diolesi cat tidak ada yang memenuhi syarat SNI 0096:2007. Tetapi penambahan serbuk kaca dan serbuk cangkang kerang hijau pada cat dapat meningkatkan kadar *waterproofing* pada genteng.

Pengujian waktu mengering merupakan waktu yang diperlukan untuk membentuk lapisan padat kering yang dihitung mulai dari pengecatan pada suatu permukaan bidang (Purnavita et al., 2023). Pengujian waktu mengering semua variasi cat pada waktu 5 menit sampai 6 menit telah menunjukkan

rata-rata kering sentuh sempurna. Dari pernyataan tersebut pengujian waktu mengering pada semua variasi cat telah memenuhi syarat SNI 3564:2014 (maksimum kering sentuh 30 menit). Selanjutnya, dari hasil dari pengujian adhesi menunjukkan bahwa semua variasi cat memiliki nilai 5A, yang mana tidak terdapat pengelupasan sama sekali. Tetapi pada pengujian variasi cat A terdapat sedikit pengelupasan sehingga memiliki nilai 4A. Hal tersebut bisa terjadi karena pada permukaan tembok yang diolesi cat memiliki permukaan yang tidak halus, karena pada dasarnya untuk mendapatkan hasil uji daya rekat yang baik perlu dilakukan pengamplasan dan pendempulan pada media tersebut (Purnavita et al., 2023).

4. Kesimpulan

Dari pengujian dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Cat *waterproofing* yang paling optimum terdapat pada variasi cat E dengan penambahan serbuk kaca bening 20% dan serbuk cangkang kerang hijau 5%.
- 2) Hasil pengujian cat *waterproofing* didapatkan hasil:
 - a) Pengujian rembesan air yang mengalami penurunan air paling sedikit sebesar 0,2 cm.
 - b) Pengujian daya serap paling optimum sebesar 5,61% yaitu pada variasi cat E.
 - c) Pengujian berat jenis yang memiliki nilai berat jenis paling tinggi yaitu sebesar 1,698 g/mL pada variasi cat C.
 - d) Pengujian daya sebar yang nilai daya sebar paling tinggi terdapat pada variasi cat D dengan nilai sebesar 5,614 m²/Kg.
 - e) Pengujian waktu mengering menunjukkan bahwa semua variasi telah memenuhi syarat SNI 3564:2014.
 - f) Pengujian adhesi semua variasi cat telah memenuhi syarat ASTM D3359 dengan syarat pengujian dari *cross cut adhesion* test nilai sempurna-nya 5A. Kecuali variasi cat A pada pengujian kedua memiliki nilai 4A.
- 3) Perhitungan biaya produksi cat *waterproofing* dengan bahan tambah serbuk kaca bening dan substitusi serbuk cangkang kerang hijau memiliki biaya yang lebih terjangkau dibandingkan dengan biaya cat tembok normal. Produksi cat konvensional memerlukan biaya sebesar Rp13.581,60 per 1 liter cat. Sedangkan biaya produksi cat *waterproofing* dengan bahan tambah serbuk kaca bening dan substitusi serbuk cangkang kerang hijau membutuhkan biaya yang lebih terjangkau. Variasi cat *waterproofing* yang memerlukan biaya produksi paling terjangkau yaitu pada variasi cat C dan cat D sebesar Rp13.493,60 per 1 liter cat. Cat *waterproofing* dengan bahan tambah serbuk kaca bening dan substitusi serbuk cangkang kerang hijau ini lebih hemat karena kedua bahan tambah tersebut didapatkan dari limbah yang diperoleh tanpa biaya.

Ucapan terima kasih

Terimakasih ditujukan kepada Allah SWT, kepada dosen pembimbing penelitian ini, dan kepada pihak yang sudah membantu dalam penyusunan penelitian ini dari awal sampai akhir. Semoga penelitian ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan bisa dijadikan referensi penelitian-penelitian selanjutnya.

Referensi

- Angeline, V. dan Allencia, N. (2017) 'De Verre Lumiere: Produk Kreativitas dari Botol & Gelas Kaca Bekas', Seminar Nasional Seni dan Desain: 'Membangun Tradisi Inovasi Melalui Riset Berbasis Praktik Seni dan Desain', pp. 257–263. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/196087-de-verre-lumiere-produk-kreativitas-dari-ef646d11.pdf>.
- Ariyani dan Tiffany (2016) 'Pengaruh Penambahan Serat Kaca terhadap Kekasaran Permukaan dan Penyerapan Air Bahan Basis Gigi Tiruan Nilon Termoplastik', *Dentika: Dental Journal*, 19(1), pp. 71–77. Available at: <https://doi.org/10.32734/dentika.v19i1.156>.
- Brams Dwandaru, W.S., Chrishar Putri, Z.M. dan Yulianti, E. (2016) 'Pengaruh Variasi Konsentrasi Bahan Aditif Larutan Nanopartikel Perak terhadap Sifat Anti-Jamur Cat Dinding sebagai Aplikasi Teknologi Nano dalam Industri Cat Dinding', *Inotek*, 20(1), pp. 1–18.
- Elfarisna, Rahmayuni, E. dan Gustia, H. (2023) 'Efek Amelioran pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis', *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 28(4), pp. 660–666. Available at: <https://doi.org/10.18343/jipi.28.4.660>.

- Gunarto, A. dan Iwan Candra, A. (2019) 'Penelitian Campuran Aspal Beton dengan Menggunakan Filler Bunga Pinus', *Ukarst : Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 3(1), pp. 45-53.
- Komang Angga Aji Sukmawan, M. (2019) 'Pengaruh Tembok Berjamur dan Cara Mengatasinya', *Jurnal Anala*, 7(1), pp. 33-37. Available at: <https://doi.org/10.46650/anala.7.1.1000.33-37>.
- Nursyamsi, Indrawan, I. dan Hastuty, I.P. (2016) 'Pemanfaatan Serbuk Kaca sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Batako', *Jurnal Media Teknik Sipil*, 14(1), pp. 84-95. Available at: <https://doi.org/10.22219/jmts.v14i1.3292>.
- Purnavita, Sari, Cyrilla Oktaviananda, Elisa Rinihapsari, Priyo Wibowo, dan Yosef Bintang Satya Primahendra. (2023) 'Pengaruh Jumlah Pengemulsi pada Pembuatan Cat Emulsi Berbasis Bahan Alami Kasein dari Susu Sapi', *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 19(1), pp. 13-20. Available at: <https://doi.org/10.14710/metana.v19i1.52473>.