

## Pengaruh Jumlah Pengemulsi pada Pembuatan Cat Emulsi Berbasis Bahan Alami Kasein dari Susu Sapi

Sari Purnavita<sup>1\*</sup>, Cyrilla Oktaviananda<sup>1</sup>, Elisa Rinihapsari<sup>2</sup>, Priyo Wibowo<sup>2</sup>,  
Yosef Bintang Satya Primahendra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Katolik Mangunwijaya

<sup>2</sup>Program Studi Analisis Kesehatan, Politeknik Katolik Mangunwijaya

Jl. Sriwijaya No. 104, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

Email: saripurnavita.2018@gmail.com

### Abstrak

Produksi susu sapi yang melimpah tidak diikuti dengan permintaan yang tinggi dari masyarakat sehingga banyak produk susu sapi yang tidak termanfaatkan. Susu sapi yang masih segar maupun yang sudah rusak memiliki kandungan kasein yang cukup tinggi. Kasein termasuk polimer alami sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama pada pembuatan cat emulsi. Pada pembuatan cat emulsi, faktor yang harus diperhatikan adalah kestabilan emulsi. Maka, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah pengemulsi (1 gram, 2 gram, 3 gram, dan 4 gram) yang digunakan terhadap karakteristik cat yang meliputi ukuran partikel, waktu kering, viskositas, daya rekat, dan kekerasan. Hasil uji statistik (Uji F) menunjukkan bahwa jumlah pengemulsi memiliki pengaruh terhadap karakteristik cat yang meliputi ukuran partikel, waktu kering, viskositas, daya rekat, dan kekerasan. Hasil penelitian dengan menggunakan uji statistik (Uji F) menunjukkan bahwa jumlah pengemulsi berpengaruh nyata terhadap karakteristik viskositas, ukuran partikel, waktu kering, dan tingkat kekerasan, serta jumlah pengemulsi berpengaruh sangat nyata terhadap karakteristik daya rekat cat. Cat emulsi berbasis kasein dan kapur tohor dengan penambahan bahan pengemulsi CMC sebanyak 4 gram memiliki kualitas yang terbaik, yaitu nilai kekerasan 4 H, daya rekat 97,5%, waktu kering 38,5 menit, ukuran partikel 8,75 mikron, dan viskositas 450 d.Pa.s.

**Kata kunci:** kasein, jumlah pengemulsi, cat emulsi

### Abstract

#### **Effect of Emulsifier on The Production of Casein Based Emulsion Paint from Cow's Milk**

*The abundant cow's milk production is not followed by high demand from the public so that many cow's milk products are not utilized. Cow's milk that is still fresh or that has been spoiled has a fairly high casein content. Casein is a natural polymer so it can be used as the main ingredient in the manufacture of emulsion paints. The factor that must be considered in the manufacture of emulsion paint is the stability of the emulsion, thus this study aims to determine the effect of the amount of emulsifier (1 gram, 2 gram, 3 gram, and 4 gram) used on the paint characteristics which include particle size, dry time, viscosity, adhesion, and hardness. Statistical test results (Test F) showed that the amount of emulsifier has an influence on the characteristics of the paint which includes particle size, drying time, viscosity, adhesion, and hardness. The results of the study using statistical tests (Test F) showed that the amount of emulsifier had a significant effect on the characteristics of viscosity, particle size, dry time, and level of hardness, and the amount of emulsifier had a very significant effect on the characteristics of paint adhesion. Casein and quicklime based emulsion paint with the addition of 4 grams of CMC emulsifier has the best quality, namely 4 H hardness, 97.5% adhesion, 38.5 minutes dry time, 8.75 micron particle size, and 450 viscosity. d.Pa.s.*

**Keywords:** casein, emulsifier amount, emulsion paint

\*)Corresponding author

DOI : 10.14710/metana.v19i1.52473

Diterima: 14-02-2023

Disetujui: 12-04-2023

## PENDAHULUAN

Cat adalah suatu zat cair yang digunakan sebagai pelapis permukaan dengan manfaat memberikan keindahan dan perlindungan bahan yang dilapisi. Cat yang telah mengering pada permukaan bahan akan membentuk lapisan tipis dan melekat kuat (Gunawan dan Setiawan, 2014).

Cat Tembok adalah salah satu produk yang sangat penting pada perkembangan industri konstruksi. Ekspor dan impor cat mengalami peningkatan mulai tahun 2019 hingga 2021 (BPS, 2022). Seiring perkembangan dan kemajuan zaman, masyarakat mulai paham akan dampak pencemaran lingkungan, pemanasan global dan kesehatan, maka masyarakat menginginkan akan produk-produk yang bersifat alami. Salah satunya adalah keberadaan VOC pada produk cat tembok yang ternyata dapat menimbulkan gangguan kesehatan serius (Heeley, 2021). Saat ini di pasaran masih sulit ditemui produk cat berbasis bahan alam khususnya di Indonesia.

Salah satu alternatif bahan perekat alami pengganti polimer sintetik untuk memproduksi cat tembok (cat emulsi) yang ramah lingkungan adalah susu sapi. Susu sapi mengandung protein susu yang terdiri dari kasein, protein *whey*, protein globul lemak susu, enzim dan protein minor lainnya (Susanti dan Hidayat, 2016). Menurut Sinopia, 2017, kasein berpotensi sebagai bahan perekat alternatif pada industri cat untuk menggantikan perekat sintetik seperti *polyvinyl acetate*.

Kasein adalah protein yang diekstraksi dari susu dan berfungsi sebagai bahan pengikat dalam cat yang biasa dikenal sebagai "Cat Susu". Cat berbasis kasein dapat diaplikasikan pada hampir semua permukaan dengan syarat permukaan yang digunakan harus kaku, karena kasein terlalu rapuh untuk dicat pada permukaan yang fleksibel (seperti kanvas). Kasein adalah salah satu komponen alami susu. Kasein dibuat dari susu yang diendapkan, yang kemudian diubah kembali menjadi lem kasein ketan dengan bantuan alkali. Larutan alkali perlu ditambahkan untuk meningkatkan daya rekat dari kasein sehingga kasein dapat berperan sebagai binder dalam pembuatan cat (Sinopia, 2017).

Pengikat cat kasein dibuat dengan melarutkan kasein dalam alkali. Alkali yang biasanya digunakan antara lain kapur, amonium karbonat, atau boraks. Kasein sendiri diendapkan

dari susu dengan tindakan asid atau enzim rennet. Kasein dengan alkali boraks mempunyai jangka hayat selama beberapa minggu, pH relatif netral, dan dapat digunakan di luar rumah melalui penambahan minyak biji ram (Sinopia, 2017).

Komponen-komponen penyusun cat adalah resin (*binder*), zat pewarna (*pigment*) dan pelarut (*solvent*) (Maulana, 2014). *Filler* berperan penting pada proses pembuatan cat. Kapur tohor (CaO) adalah bahan alam yang bisa digunakan sebagai *filler* dalam pembuatan cat tembok alami ramah lingkungan. Saat ini, sebagian besar produsen cat menggunakan bahan pengisi dari jenis kaolin, silika, *organoclay* dan *talk* untuk pembuatan cat tembok emulsi. Ketersediaan bahan kapur yang melimpah di alam, maka pemilihan kapur sebagai bahan pengisi pada proses pembuatan cat tembok alami ramah lingkungan dianggap cukup potensial daripada kaolin.

Selain bahan utama, terdapat zat aditif yang ditambahkan ke dalam campuran cat. Zat aditif tersebut seperti *pine oil*, *linseed oil*, pengemulsi, dan larutan alkali. *Pine oil* berfungsi sebagai anti jamur sehingga permukaan bidang aplikasi tidak mudah ditumbuhi jamur. *Linseed oil* berfungsi sebagai *plasticizer* sehingga membuat lapisan film yang terbentuk lebih fleksibel. Pengemulsi dalam cat emulsi berfungsi mengikat bahan pengisi dan resin dengan pelarut untuk menjaga emulsi cat tetap stabil sehingga campuran cat lebih awet. Jenis bahan pengemulsi yang dapat digunakan adalah *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC). CMC memiliki keunggulan mampu mengikat air sehingga molekul-molekul air terperangkap dalam struktur gel yang dibentuk oleh CMC. Struktur CMC berupa rantai polimer yang merupakan unit molekul berulang dari selulosa (Kamal, 2010). Pada industri, CMC banyak diaplikasikan sebagai *thickener*, *emulsion stabilizer*, *moisture binder*, dan *suspending agent* (Arancibia et al., 2016).

Larutan alkali yang digunakan dapat ditambahkan zat penstabil (*stabilizing agent*) berupa garam alkali dari logam amfoter seperti natrium stannat. Zat penstabil tersebut kemudian bereaksi dengan kasein sehingga membuat kasein tidak mudah terhidrolisis sehingga lebih tahan lama (Scholz dan Park, 1939).

Penelitian pembuatan cat dengan kapur tohor sebagai bahan pengisi telah dilakukan dengan menggunakan perekat tepung tapioka.

Berdasarkan hasil penelitiannya didapatkan hasil daya rekat yang menurun seiring banyaknya jumlah kapur tohor yang ditambahkan. Selain itu sifat tapioka yang dapat larut dalam air dingin membuat cat yang dihasilkan memiliki resistensi air yang rendah (Effendy *et al.*, 2019). Dengan penggunaan perekat berupa kasein dan pereaksian kasein dengan zat penstabil dapat mengatasi kelemahan dari perekat tepung tapioka yakni resistensi air yang rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah pengemulsi yang ditambahkan terhadap karakteristik cat meliputi ukuran partikel, waktu kering, viskositas, daya rekat, dan kekerasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pengusaha industri cat untuk menciptakan produk cat tembok emulsi yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan.

## METODOLOGI

Alat-alat pada penelitian ini adalah *magnetic stirrer hotplate* (model SH-03), *chopper blender* (Miyako CH-501 PF/AP), *glassware*, kertas pH universal, neraca digital, pengaduk kayu, ayakan 80 mesh. Peralatan yang digunakan untuk analisis/pengujian karakteristik produk adalah *glassware*, *adhesion tester*, *particle size tester*, *stopwatch*, *rotational viscomete*, triplek ukuran 10cm×10cm, *hardness tester*, dan kuas. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah susu sapi

serbuk, boraks, *Carboxy Methyl Cellulose*, Natrium Stannat,  $\text{TiO}_2$ , CaO, aquades, *pine oil*, dan *linseed oil*.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan variabel bebas jumlah pengemulsi dan dilakukan dua kali pengulangan. Metode penelitian pembuatan cat emulsi berbasis kasein variabel jumlah pengemulsi disajikan pada Tabel 1.

Bahan-bahan yang berbentuk bubuk diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh untuk menyeragamkan ukuran bahan.

## Pembuatan Larutan Kasein

Susu serbuk dicampur dengan air dan diaduk secara menyeluruh selama 15 menit sampai campuran homogen. Natrium stannat dilarutkan dalam air, sementara di wadah terpisah larutan alkali juga dilarutkan dalam air panas. Larutan natrium stannat kemudian ditambahkan ke dalam campuran kasein. Diaduk dengan agitasi konstan, dan segera setelah semua larutan natrium stannat ditambahkan, tambahkan larutan alkali ke dalam campuran. Bila campuran terlalu pekat dan sulit diaduk dapat ditambahkan air secukupnya. Setelah itu, lakukan pemanasan pada suhu 70°C. Pencampuran dilanjutkan pada suhu tersebut hingga campuran homogen selama 15 menit. pH larutan diusahakan antara pH 8-9. Rasio penambahan kasein banding natrium stannat adalah 100:6.

**Tabel 1.** Metode Penelitian Variabel Bebas Jumlah Pengemulsi

Variabel Bebas (gram)	Variabel Tetap	Variabel Terikat
1	1. Suhu pemanasan = 70°C	1. Ukuran Partikel
2	2. Waktu pengadukan = 15 menit	2. Waktu kering
3	3. Jenis pengemulsi = <i>Carboxy Methyl Cellulose</i>	3. Viskositas
4	4. Jumlah Alkali = 2,7 gram	5. Daya rekat
	6. Jenis Alkali = Boraks	4. Kekerasan
	7. Natrium Stannat = 0,9 gram	
	8. <i>Pine Oil</i> = 1,4 gram	
	9. <i>Linseed Oil</i> = 1,5 gram	
	10. CaO = 100 gram	
	11. $\text{TiO}_2$ = 27,5 gram	
	12. Aquades = 50 mL	
	13. Susu serbuk = 15 gram	

### Pembuatan Cat Emulsi

Mencampurkan larutan kasein dengan pengemulsi, pigmen, dan *filler* sesuai jumlah yang sudah ditentukan. Lalu ditambahkan *linseed oil* sebagai *plasticizer* dan *pine oil* sebagai desinfektan alami untuk mencegah pertumbuhan jamur. Setelah semua dimasukkan, lalu ditambahkan air sebagai media dispersi sesuai jumlah yang ditentukan. Lalu masukkan ke *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1.000 rpm untuk melakukan pencampuran dan pengecilan ukuran partikel padat tersebut selama 15 menit (hingga homogen).

### Aplikasi Cat Emulsi

Triplek yang berukuran 15cm×15cm dicat dengan menggunakan cat alami dengan cara dikuas permukaannya hingga tiga lapisan.

### Pengujian Cat Emulsi

Melakukan uji ukuran partikel, waktu kering, viskositas, daya rekat, dan kekerasan dengan alat yang sudah disediakan. Uji daya rekat menggunakan alat *cross cut tester* (Sudaryono dan Suwahyo, 2021). Pengujian daya rekat dengan metode *cross cut* adalah membuat potongan yang goresannya hingga dasar lapisan cat pada substrat, setelah itu direkatkan selotip, selanjutnya selotip diangkat dengan sudut 90°C (Mulyanto *et al.*, 2020).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Viskositas Cat

Viskositas atau kekentalan dapat didefinisikan sebagai besar kecilnya hambatan fluida dalam mengalir. Semakin tinggi viskositas fluida menyebabkan semakin sulit fluida untuk mengalir (Ariyanti dan Agus, 2010). Pada fluida cair seperti cat, viskositas terjadi akibat gaya kohesi antara partikel fluida cair. Viskositas cat yang terlalu tinggi dapat membuat cat sulit diaplikasikan sehingga perlu ditambahkan pelarut. Grafik perbandingan jumlah pengemulsi terhadap viskositas ditunjukkan pada Gambar 1.

Dari Gambar 1, terlihat ada kenaikan viskositas seiring dengan penambahan jumlah pengemulsi CMC. Penggunaan konsentrasi emulsifier yang tinggi dapat meningkatkan viskositas emulsi, sehingga pemisahan tidak akan mudah terjadi (Sari, 2022). Penelitian Murtiningrum (2009) juga menunjukkan hasil yang sama yakni

penggunaan CMC (pengemulsi) yang semakin banyak akan meningkatkan viskositas dari emulsi yang dihasilkan. Kekentalan emulsi cat yang meningkat disebabkan karena CMC merupakan gum yang larut dalam air dan memiliki sifat mengikat air sehingga dapat meningkatkan viskositas larutan (Klose dan Glikcksman 1997). Secara uji statistik, jumlah pengemulsi memiliki pengaruh nyata terhadap viskositas cat.

### Karakteristik Ukuran Partikel Cat

Ukuran partikel cat dapat didefinisikan sebagai besar kecilnya zat padat penyusun cat. Zat padat penyusun cat seperti perekat, pigmen, dan *filler* diharapkan memiliki ukuran yang kecil dan seragam. Hal ini bertujuan agar cat saat diaplikasikan menghasilkan permukaan yang halus. Penyeragaman ukuran dapat dilakukan dengan metode *screening* atau pengayakan. Grafik perbandingan jumlah pengemulsi terhadap ukuran partikel ditunjukkan pada Gambar 2.

Dari Gambar 2, terlihat bahwa semakin banyak pengemulsi yang ditambahkan, semakin kecil pula ukuran partikelnya. Ukuran partikel yaitu karakteristik geometrik yang digunakan pada bahan-bahan material yang berukuran mulai nanometer hingga milimeter (Imelda *et al.*, 2019). Semakin banyak pengemulsi akan meningkatkan luas permukaan partikel polimer (kasein) yang dilindungi sehingga ukuran partikel menjadi semakin kecil. Hasil perhitungan uji statistik menunjukkan jumlah pengemulsi yang ditambahkan berpengaruh nyata terhadap ukuran partikel cat. Semakin kecil ukuran partikel dapat menunjukkan kualitas cat yang semakin baik. Semakin kecil ukuran partikel cat maka akan mempermudah aplikasi cat pada permukaan bidang dapat lebih baik, sehingga hasil lapisan cat lebih halus. Hasil pengujian ukuran partikel atau kehalusan cat emulsi pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Cahyadi dan Puspita (2014). Tingkat kehalusan cat tembok emulsi berbahan acrylic sebesar 38 *micron* (Cahyadi dan Puspita, 2014). Hasil penelitian Ola (2017) tentang pembuatan cat tembok emulsi dengan emulsifier Na-Silikat menghasilkan cat dengan kehalusan 50 *micron*, sedangkan tingkat kehalusan hasil penelitian ini sebesar 8,75 *micron* - 33,75 *micron*. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk

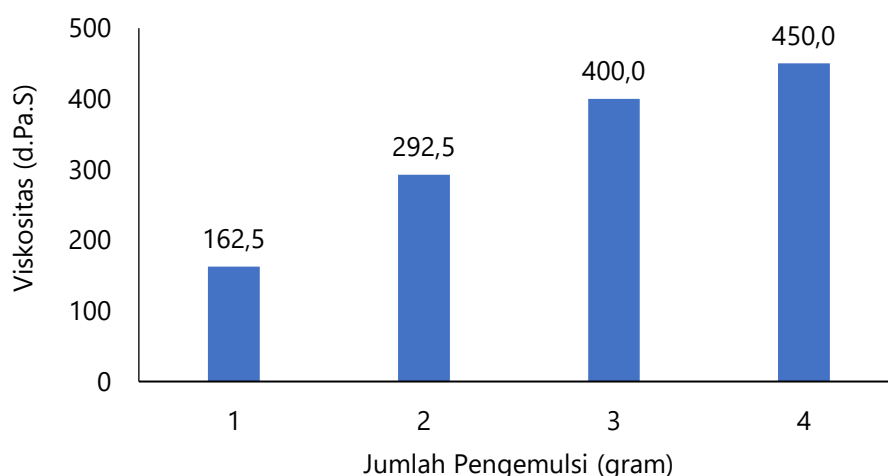
ukuran partikel (kehalusan) cat tembok emulsi maksimal berukuran 50 *micron*, sedangkan tingkat kehalusan hasil penelitian ini sebesar 8,75–33,75 *micron* sehingga memenuhi standar SNI. Hasil penelitian dengan ukuran partikel terkecil (8,75 *micron*) dihasilkan dengan penambahan pengemulsi sebanyak 4 gram. Semakin banyak jumlah bahan pengemulsi akan memberikan nilai ukuran partikel yang semakin kecil.

### Karakteristik Waktu Kering

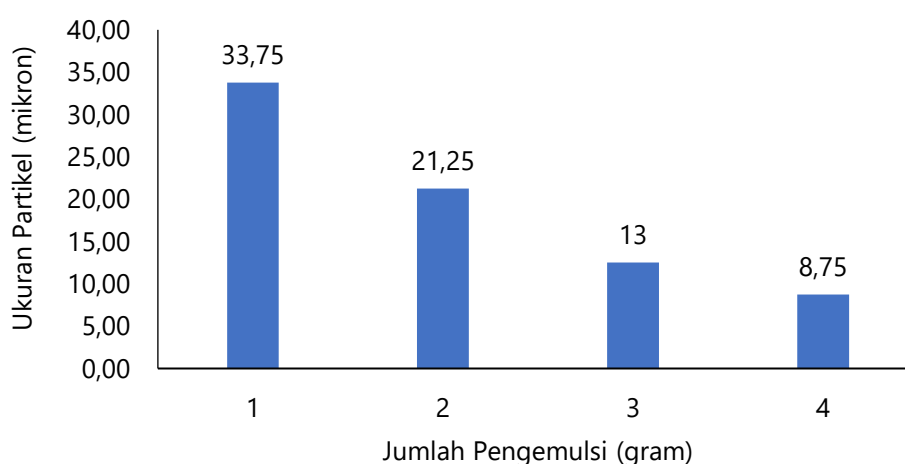
Waktu kering adalah waktu yang diperlukan untuk membentuk lapisan padat kering yang dihitung mulai dari pengecatan pada suatu permukaan bidang. Proses pengecatan ini dilakukan pada suhu 28-30°C dan kelembaban 70-

80% (Maulana, 2014). Cat diharapkan dapat kering secepat mungkin. Hal ini disebabkan bila cat khususnya cat tembok yang terlalu lama kering tidak diminati oleh masyarakat. Masyarakat lebih menyukai produk cat yang lebih cepat kering karena dinilai kualitasnya baik. Grafik perbandingan jumlah pengemulsi terhadap waktu kering ditunjukkan pada Gambar 3.

Dari Gambar 3, dapat dilihat bahwa waktu kering cat semakin meningkat, seiring penambahan jumlah pengemulsi. Secara teoritis, cat dengan viskositas lebih tinggi cenderung lebih sulit untuk kering, hal tersebut dikarenakan air yang terdapat dalam cat terikat lebih kuat sehingga perlu waktu lebih lama agar air dapat mengering. Secara uji statistik, jumlah pengemulsi memiliki



**Gambar 1.** Perbandingan Jumlah Pengemulsi terhadap Viskositas



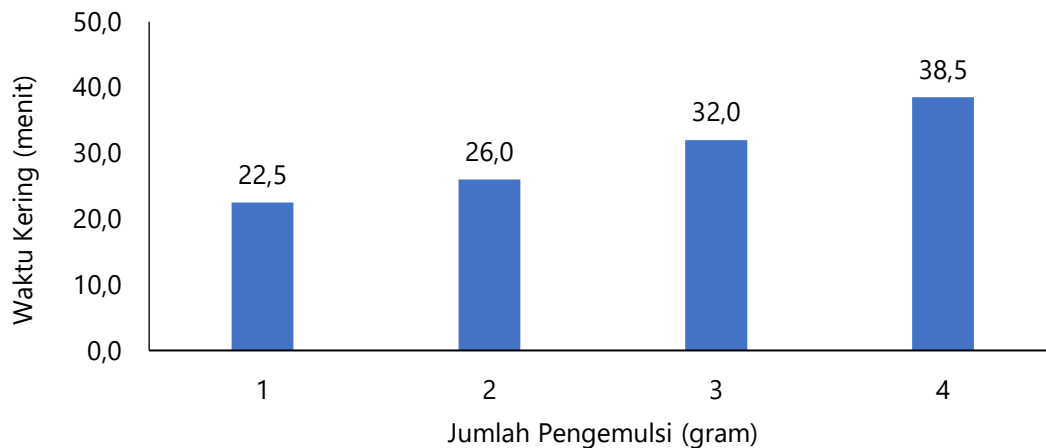
**Gambar 2.** Perbandingan Jumlah Pengemulsi terhadap Ukuran Partikel

pengaruh nyata terhadap waktu kering. Waktu kering dengan jumlah pengemulsi 1% sebesar 22,5 menit, hasil ini hampir sama dengan penelitian tentang pembuatan cat tembok emulsi dengan kaolin sebagai pigmen extender, yaitu 20 menit (Lusiana dan Cahyanto, 2014). Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk waktu kering keras cat tembok emulsi maksimal 60 menit, sedangkan waktu kering keras hasil penelitian ini sebesar 8,75–33,75 menit sehingga memenuhi standar SNI.

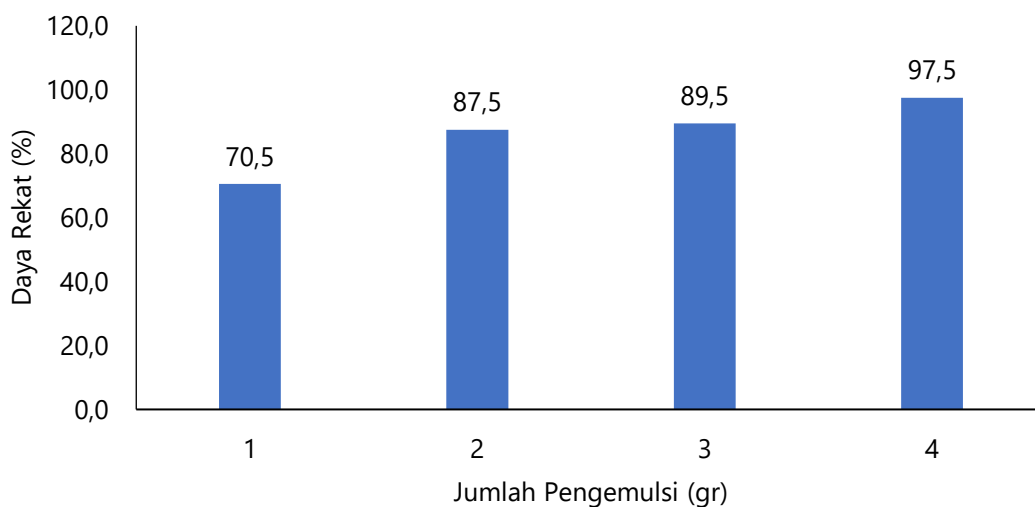
### Karakteristik Daya Rekat

Daya rekat cat menunjukkan seberapa kuat lapisan cat yang terbentuk menempel pada permukaan bidang. Cat yang memiliki daya rekat tinggi membuat lapisan cat tidak mudah

mengelupas. Cat yang mudah mengelupas tidak diminati oleh masyarakat karena membuat bidang yang di cat menjadi kurang menarik dan kotor. Perlu dilakukan perlakuan awal terhadap media pengecatan seperti pengamplasan dan pendempulan pada tripleks untuk mendapatkan hasil uji daya rekat yang baik (Wahyudin, 1995). Pengujian daya rekat cat menggunakan metode *cross cut cutter*. Permukaan cat digaris menggunakan *cutter* khusus dan dibuat kotak-kotak dengan ukuran 10x10 mm, selanjutnya pada kotak-kotak tersebut ditempel selotip yang memiliki daya rekatnya tinggi. Cat yang memiliki daya rekat rendah akan terkelupas dengan perlakuan pengangkatan selotip dari ujung (Said, 2011). Grafik perbandingan jumlah pengemulsi terhadap daya rekat ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Perbandingan Jumlah Pengemulsi terhadap Waktu Kering



**Gambar 4.** Perbandingan Jumlah Pengemulsi terhadap Daya Rekat

Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa terdapat kenaikan daya rekat, seiring penambahan jumlah pengemulsi. Secara statistik pun, jumlah pengemulsi memiliki pengaruh sangat nyata terhadap daya rekat. Cat dapat merekat ke tembok akibat gaya adhesi cat lebih tinggi dibandingkan gaya kohesi (Anisa, 2011). Penambahan pengemulsi meningkatkan ikatan kimia antara cat dengan tembok (Hall, 1981).

### Karakteristik Kekerasan

Kekerasan cat menunjukkan seberapa kuat lapisan cat tahan terhadap goresan. Kekerasan cat ini berhubungan dengan daya rekat, dimana kekerasan cat berbanding lurus terhadap daya rekat cat. Hasil uji kekerasan cat dengan variabel jumlah pengemulsi seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Kekerasan Cat dengan Variabel jumlah Pengemulsi

Jumlah CMC (gram)	Tingkat Kekerasan (H)
1	1
2	2
3	3
4	4

Daya rekat yang semakin tinggi juga mempengaruhi tingkat kekerasan. Semakin tinggi daya rekat, membuat tingkat kekerasan juga semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan dengan daya rekat yang tinggi, cat tidak mudah terkelupas sehingga perlu bahan yang lebih keras untuk dapat menggoresnya. Terlihat dari hasil uji bahwa semakin besar jumlah pengemulsi yang ditambahkan, semakin tinggi pula tingkat kekerasan lapisan cat yang dihasilkan. Perhitungan statistik tidak dapat dilakukan pada data ini dikarenakan tidak timbul galat pada data yang diperoleh.

### KESIMPULAN

Hasil uji statistik (Uji F) menunjukkan bahwa jumlah pengemulsi berpengaruh nyata terhadap karakteristik viskositas, ukuran partikel, waktu kering, dan kekerasan cat serta jumlah pengemulsi berpengaruh sangat nyata terhadap karakteristik

daya rekat cat. Cat emulsi berbasis kasein dan kapur tohor dengan penambahan bahan pengemulsi CMC sebanyak 4 gram memiliki kualitas yang baik, yaitu nilai kekerasan 4 H, daya rekat 97,5%, waktu kering 38,5 menit, ukuran partikel 8,75 mikron, dan viskositas 450 d.Pa.s

### DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, M. 2011. Studi Pemanfaatan Gambir (*Uncaria Gambir Roxb.*) Dalam Pembuatan Cat Alami. (Skripsi Sarjana, Institut Pertanian Bogor).
- Arancibia, C., Navarro, R.L., Zúñiga, R.N., & Matiacevich, S. 2016. Application of CMC as Thickener on Nanoemulsions Based on Olive Oil: Physical Properties and Stability. *International Journal of Polymer Science*, ID 6280581, 10 pages. DOI: 10.1155/2016/6280581
- Ariyanti, E.S. & Agus, M. 2010. Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Neutrino*, 2 (2): 183-192. DOI: 10.18860/neu.v0i0.1640
- Badan Pusat Statistik. 2022. Ekspor dan Impor. <https://www.bps.go.id/exim/>
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI 3564:2009. Cat Tembok Emulsi. BSN : Jakarta.
- Cahyadi, D., dan Puspita, D.F. 2014. Pengembangan Formulasi Cat Tembok Emulsi Berbahan Acrylic Untuk Meningkatkan Daya Saing IKM. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*. 4 (1): 1-6. DOI: 10.37209/jtbtt.v4i1.40
- Effendy, S., Yulianto, A., & Yulianti, I. 2019. Uji Sifat Fisik Cat Tembok yang Memanfaatkan Pigmen Warna Alami dari Daun Jati. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16 (1): 9-15. DOI: 10.31851/sainmatika.v16i1.3125
- Gunawan, L., & Setiawan, A.P. 2014. Studi Eksperimen Penerapan Cat pada *Plywood* dengan Kuas. *Jurnal INTRA*, 2(2):172-177.
- Hall, C. 1981. *Polymer Materials, An Introduction for Technologist and Scientist*. London : MacMillan Pub. Ltd
- Heeley, H. 2021. Frequency of use of household products containing VOCs and indoor atmospheric concentrations in homes. *Environmental Science: Processes & Impacts*. 23(5): 699–713. DOI: 10.1039/d0em00504e

- Imelda, D., Khanza, A., & Wulandari, D. 2019. Pengaruh Ukuran Partikel Dan Suhu Terhadap Penyerapan Logam Tembaga (Cu) Dengan Arang Aktif Dari Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formatypica). *Jurnal Teknologi*, 6(2):107-118. DOI: 10.31479/jtek.v6i2.10
- Kamal, N. 2010. Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) Terhadap Beberapa Parameter pada Larutan Sukrosa. *Jurnal Teknologi*, 1(17): 78-84.
- Klose, R.E., & Glicksman, M. 1977. Gums. In: Fennema, (Ed). Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Lusiana, U., & Cahyanto, H.A. 2014. Penggunaan Kaolin kalimantan Barat Sebagai Pigmen Extender Dalam Pembuatan Cat Tembok Emulsi. *Biopral Industri*, 5 (2): 45-51.
- Maulana, F. 2014. Pembuatan Cat Tembok Emulsi dengan Menggunakan Kapur sebagai Bahan Pengisi. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 10 (2): 63-69. DOI: 10.23955/rkl.v10i2.2421
- Mulyanto, T., Supriyono, & Arta, S.P. 2020. Pengaruh Perlakuan Awal Terhadap Daya Rekat dan Kekuatan Lapisan pada Proses Pengecatan Serbuk. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*. 2(1):25-32. DOI: 10.35814/asiimetrik.v2i1.1186
- Murtiningrum. 2009. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pengemulsi terhadap Stabilitas Emulsi Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* L.). *Jurnal Agrotek*. 1(6): 65-71.
- Ola, A.L. 2017. Pemanfaatan Kaolin Dalam Pembuatan Cat Tembok Menggunakan Emulsifier Na-Silikat dan perekat Polivinil Asetat. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 11(1): 59-65. DOI: 10.26578/jrti.v11i1.2787
- Said, S.R. 2011. Pengaruh Jenis Cat dan Jenis Wahana terhadap Daya Lekat, Kekerasan, dan Elastisitas Cat. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 20(1):117-140. DOI: 10.21831/jptk.v20i1.7763
- Sari, Denni, Kustiningsih, I., Oktawiyono, A.E., & Prastyo, R.A.E. 2022. Karakterisasi Pengaruh Penambahan Iota Karagenan Pada Emulsi Susu Kacang Koro. *Jurnal Integrasi Proses*, 11(2):1-10. DOI: 10.36055/jip.v11i2.12295
- Scholz, H. & Park, O. 1939. Casein Paint Composition. United States Patent Office 2154362.
- Sinopia. 2017. Sinopia Casein & Milk Paint Recipe. <https://web.archive.org/web/20170924093051/http://www.sinopia.com/Casein-Milk-Paint-Recipe> diakses pada 13 September 2022.
- Sudaryono & Suwahyo. 2021. Pengaruh Rasio Binder dengan Cat Waterbase Terhadap Daya Rekat dan Kekilapan Cat. *Automotive Science and Education Journal*, 10(1):1-5.
- Susanti, R. & Hidayat, E., 2016. Profil Protein Susu dan Produk Olahannya. *Jurnal MIPA*. 39(2): 98-106. DOI: 10.15294/ijmns.v39i2.9282
- Wahyudin. 1995. Proses Persiapan Untuk Pelapisan. Puslitbang Telimek LIPI