Cat Tembok Berpelarut Air dari Monomer Stirena dan Inisiator Hidrogen Peroksida dengan Metode Emulsi

Sari Purnavita[1*], Sri Sutanti[2]
[1*,2]Politeknik Katolik Mangunwijaya
E-mail: *[1]*saripurnavita.2018@gmail.com*, [2]*butanti10@gmail.com*

Abstrak

Cat tembok berpelarut air memiliki sifat ramah lingkungan, aman bagi kesehatan, dan tidak beracun. Cat tembok berpelarut air yang berkualitas baik dan harganya murah dapat dibuat dengan menggunakan binder polistirena dalam bentuk emulsi. Pembuatan polistirena dengan metode emulsi dilakukan dengan reaksi polimerisasi secara adisi pada suhu 90 ℃ selama 6 jam menggunakan monomer stirena, insiator yang bersifat larut air seperti hidrogen peroksida, emulsifier poli vinil alkohol. Penelitian ini bertujuan (1) mempelajari pengaruh jumlah inisiator hidrogen peroksida (10% dan 12,5%) dan jumlah monomer stirena (33% dan 50%) terhadap karakteristik emulsi polistirena yang meliputi viskositas dan ukuran partikel dan (2) mempelajari pengaruh jumlah inisiator hidrogen peroksida (10% dan 12,5%) dan jumlah monomer (33% dan 50%) terhadap karakteristik cat tembok yang meliputi daya rekat, waktu kering, dan kekerasan. Emulsi polistirena yang berwarna putih susu selanjutnya digunakan sebagai binder pada pembuatan cat tembok berpelarut air dengan penambahan pigmen putih TiO_2 , filler $CaCO_3$ dan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah inisiator 12,5% memberikan emulsi polistirena terbaik dengan viskositas 32,5 detik dan ukuran partikel 10 mikron. Jumlah monomer 50% memberikan hasil emulsi polistirena terbaik dengan viskositas 81 detik dan ukuran 40 mikron. Binder emulsi polistirena dengan menggunakan jumlah inisiator 12,5% memberika karakteristik cat tembok berpelarut air terbaik dengan memberikan nilai daya rekat 95%, waktu kering 28 menit dan nilai kekerasan 6H, sedangkan jumlah monomer 50% memberikan nilai daya rekat 99%, waktu kering 16 menit, dan nilai kekerasan 9H.

Kata Kunci *— cat tembok, hidrogen peroksida, monomer stirena, larut air*

Abstract

Water-based wall paint is environmentally friendly, safe for health, and non-toxic. Good quality and affordable water-based wall paint can be made using polystyrene binder in the form of an emulsion. Polystyrene is made by the emulsion method by addition polymerization reaction at a temperature of 90℃ for 6 hours using styrene monomer, water-soluble initiator such as hydrogen peroxide, poly vinyl alcohol emulsifier. This study aims to (1) study the effect of the amount of hydrogen peroxide initiator (10% and 12.5%) and the amount of styrene monomer (33% and 50%) on the characteristics of polystyrene emulsion including viscosity and particle size and (2) study the effect of the amount of hydrogen peroxide initiator (10% and 12.5%) and the amount of monomer (33% and 50%) on the characteristics of wall paint including adhesion, drying time, and hardness. The milky white polystyrene emulsion was then used as a binder in the manufacture of water-based wall paint with the addition of white pigment TiO2, filler CaCO3 and water. The results showed that the amount of initiator 12.5% gave the best polystyrene emulsion with a viscosity of 32.5 seconds and a particle size of 10 microns. The amount of monomer 50% gave the best polystyrene emulsion results with a viscosity of 81 seconds and a size of 40 microns. Polystyrene emulsion binder using 12.5% initiator provided the best water-soluble wall paint characteristics, with 95% adhesion, 28 minutes drying time, and 6H hardness, while 50% monomer provided 99% adhesion, 16 minutes drying time, and 9H hardness.

Keywords — wall paint, hydrogen peroxide, styrene, water-soluble

1. PENDAHULUAN

Cat adalah materi yang membentuk lapisan tipis pada permukaan benda dan akan mengering. Cat berfungsi untuk melindungi dari kerusakan (protektif) dan memperindah (dekoratif) permukaan benda (Rahman dan Mulana, 2014). Komponen utama cat meliputi binder (pengikat), pelarut, pigmen (pewarna), bahan pengisi (*filler*), dan aditif (Purnavita dkk, 2023). Binder yang sering digunakan pada pembuatan cat tembok berpelatur air adalah

polimer yang terbentuk dari monomer vinil asetat, akrilik, dan stirena. Jenis pigmen putih yang memiliki daya tutup tinggi adalah TiO_2. Jenis-jenis bahan pengisi (*filler*) yang dapat digunakan pada pembuatan cat tembok adalah talk, kaolin, dan $CaCO_3$. Pigmen memiliki daya tutup yang baik tetapi meniliki densiti yang tinggi yang menyebabkan cat mudah mengendap, sedangkan *filler* memiliki densiti yang rendah tetapi daya tutupnya rendah. Pembuatan cat yang menggunakan pigmen dan *filler* bisa menghasilkan cat dengan daya tutup yang baik dan tidak mudah mengendap (Nugroho dkk, 2025). Menurut Lusiana dan Cahyanto (2014), Cat tembok berpelarut air (*water based)* menggunakan prinsip polimerisasi emulsi dimana air sebagai fase pendispersi, sementara *extender* yang bersifat hidrofil sebagai fase terdispersi. Komposisi cat terdiri dari pigmen 45%, *Binder* 35%, pelarut 15% dan aditif 5%.

Cat yang menggunakan bahan pelarut air memiliki sifat yang ramah lingkungan, aman bagi kesehatan, dan tidak beracun. Kemajuan dalam teknologi cat menuntut produsen cat di Indonesia mengembangkan cat berbasis air yang berkualitas dan memenuhi persyaratan standard internasional. Pada pembuatan cat berpelarut air membutuhkan binder dalam bentuk emulsi. Hal ini dikarenakan binder adalah polimer yang bersifat tidak larut air sehingga supaya dapat larut dalam air maka binder tersebut harus dalam bentuk emulsi. Cat Tembok adalah salah satu produk yang sangat penting pada perkembangan industri konstruksi, Ekspor dan impor cat mengalami Peningkatan (Purnavita dkk, 2023).

Cat tembok adalah salah satu jenis cat yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat dan industri. Untuk memproduksi cat tembok yang berkualitas baik dan harganya murah dapat dilakukan dengan menggunakan binder polistirena dalam bentuk emulsi. Polistirene memiliki beberapa keunggulan seperti daya serap air yang rendah (tahan terhadap air) dan biaya produksi yang rendah. Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang menentukan karakteristik polimer berbentuk emulsi. Cat dengan ukuran partikel yang kecil akan memberikan hasil pelapisan yang halus dan kekuatan daya rekat yang baik (Budianto dan Ariyanti, 2008).

Polistirena adalah polimer yang terbentuk dari monomer stirena dengan reaksi polimerisasi adisi secara radikal bebas. Polimerisasi stirena dengan metode emulsi merupakan tipe yang menggunakan air sebagai media, inisiator yang bersifat larut air, dan penambahan emulsifier (surfaktan) (Yesayeu dkk, 2025). Contoh inisiator yang bersifat larut air seperti hidrogen peroksida atau *potassium persulfate* serta contoh emulsifier adalah poli vinil alkohol. Menurut Heltina dkk (2020), pemilihan jenis-jenis emulsi harus disesuaikan dengan zat monomernya (Heltina dkk, 2020). Emulsi zat yang tidak larut air seperti monomer styrena di dalam air memerlukan emulsifier yang mudah larut dalam air.

Inisiator memiliki peran yang sangat penting pada reaksi polimerisasi adisi, hal ini dikarenakan inisiator sebagai pembentuk radikal bebas untuk menginisiasi reaksi dan mempengaruhi laju rekasi serta jumlah *repeating* unit monomer pada rantai polimer. Pada penelitian sebelumnya tentang polimerisasi polistirene dengan inisiator *potassium persulfate* menunjukkan hasil bahwa jumlah inisiator mempengaruhi ukuran partikel emulsi yang dihasilkan. Reaksi polimerisasi polistirene secara radikal bebas melalui tiga tahap yaitu tahap inisiasi, tahap propagasi, dan tahap terminasi. Monomer stirene yang bersifat tidak larut air didispersikan kedalam air yang telah mengandung sedikit *surfactant.* Selanjutnya ditambahkan inisiator yang akan berubah menjadi radical bebas dan bereaksi dengan monomer di dalam media air dan dipanaskan selama 6 jam (Yohanala dkk, 2015). Jumlah monomer juga memiliki peran yang sangat penting untuk menghasilkan polimer dengan berat molekul yang besar dan karakteristik yang baik. Semakin banyak jumlah monomer yang digunakan maka derajat polimerisasi akan meningkat dan rantai polimer semakin panjang serta berat molekul polimer juga semakin besar. Semakin besar persen monomer yang ditambahkan ke dalam proses kopolimerisasi (stirena/butil akrilat/metil metakrilat) dengan inisiator ammonium persulfat maka menghasilkan ukuran partikel polimer yang lebih besar (Budianto dan Ariyanti, 2008)

Pembuatan emulsi polistirena pada penelitian ini menggunakan inisiator yang bersifat larut air dengan harga murah dan mudah diperoleh yaitu hidrogen peroksida. Penelitian ini bertujuan (1) mempelajari pengaruh jumlah inisiator hidrogen peroksida (10% dan 12,5%) dan jumlah monomer stirena (33% dan 50%) terhadap karakteristik emulsi polistirena yang meliputi viskositas dan ukuran partikel dan (2) mempelajari pengaruh jumlah inisiator hidrogen peroksida (10% dan 12,5%) dan jumlah monomer (33% dan 50%) terhadap karakteristik cat tembok yang meliputi daya rekat, waktu kering, dan kekerasan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pembentukan emulsi polistirena

Monomer stirena dalam jumlah tertentu sesuai variabel yang ditentukan yaitu 33% dan 50% didispersikan ke dalam media air yang telah mengandung inisiator hidrogen peroksida dan emulsifier poli vinil alkohol. Inisiator ditambahkan sesuai variabel yang ditentukan yaitu 10% dan 12,5%. Reaksi berlangsung di dalam *glass reactor* yang dilengkapi dengan pendingin bola dan pemanasan serta pengadukan menggunakan *hot plate stirrer*. Reaksi berlangsung selama 6 jam pada suhu 90℃. Emulsi polistirena yang dihasilkan akan duji ukuran partikel dan viskositasnya sebelum diaplikasikan sebagai binder pada pembuatan cat tembok berpelarut air.

2.2 Pembuatan cat tembok berpelarut air

Pembuatan cat tembok ini menggunakan binder emulsi polistirena, media air, *pigment* putih TiO_2 dan filler $CaCO_3$. Proses pencampuran menggunakan motor pengaduk dengan kecepatan 1200 rpm. Cat tembok yang dihasilkan selanjutnya diaplikasikan pada permukaan triplek untuk dilakukan uji karakteristiknya yang meliputi daya rekat, waktu kering, dan *hardness*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh jumlah inisiator hidrogen peroksida terhadap ukuran partikel dan viskositas emulsi polistirena

Pembuatan polimer polistirena dalam bentuk emulsi dengan menggunakan monomer stirena, inisiator yang bersifat larut air yaitu hidrogen peroksida, emulsifier poli vinil alkohol, dan media air menghasilkan emulsi berwarna putih susu. Terbentuknya emulsi berwarna putih susu menunjukkan bahwa prose polimerisasi secara emulsi telah berhasil. Data ukuran partikel dan viskositas emulsi polistirena pada berbagai jumlah inisiator hidrogen peroksida tersaji pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pengaruh Jumlah Inisiator terhadap Karakteristik Emulsi Polistirena

Jumlah Inisiator	Ukuran partikel	Viskositas
10%	30 mikrometer	37,45 detik
12,5%	10 mikrometer	41,34 detik

Pada proses pembuatan polistirena dengan reaksi polimerisasi secara radikal bebas memerlukan inisiator yang berfungsi untuk mengawali reaksi (tahap inisiasi) dengan membentuk radikal bebas akibat pengaruh pemanasan dan pengadukan. Pada tahap inisiasi ini terjadi reaksi pembentukan radikal bebas dari inisiator, setiap molekul inisitor hidrogen peroksida akan membentuk dua radikal bebas hidroksida dan selanjutnya radikal bebas hidroksida akan bereaksi dengan monomer stirena untuk membentuk radikal baru sehingga setiap molekul inisiator akan membentuk dua rantai yang mengandung mengulangi unit monomer dan masih mengandung radikal bebas pada ujung rantai, reaksi ini akan berlangsung terus (tahap propagasi), dan akan berhenti jika monomer sudah habis (tahap terminasi). Semakin banayk inisiator maka semakin banyak pula rantai polimer yang terbentuk tetapi unit pengulangan monomer semakin sedikit sehingga berat molekul polimer juga lebih kecil dan memberikan polimer dengan ukuran partikel yang kecil. Hasil penelitian ini telah sesuai karena pada penambahan inisiator hidrogen peroksida 12,5% memberikan polimer polistirena emulsi dengan ukuran partikel 10 mikrometer, sedangkan pada penambahan inisiator 10% memberikan ukuran partikel yang lebih besar yaitu 30 mikrometer. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian pembuatan emulsi polistirena dengan inisiator *potasium persulfate* (Yohanala dkk, 2015). Inisiator juga berperan untuk mempercepat reaksi, pada penambahan inisiator 12,5% reaksinya berlangsung lebih cepat sehingga mampu menghasilkan partikel polimer polistirena yang lebih banyak. Hasil penelitian telah sesuai karena pada penambahan hidrogen peroksida 12,5% memberikan viskositas yang lebih besar yang ditunjukkan dengan waktu alir yang lebih lama dibandingkan dengan penambahan hidrogen peroksida 10%.

3.2 Pengaruh jumlah monomer stirena terhadap ukuran partikel dan viskositas emulsi polistirena

Monomer adalah molekul kecil dan sederhana yang dapat berikatan secara kimiawi satu sama lain untuk membentuk molekul yang jauh lebih besar dan lebih kompleks yang disebut polimer. Semakin banyak jumlah monomer, semakin panjang dan besar molekul polimer yang terbentuk, meningkatkan kekuatan dan sifat lainnya. Pembuatan polimer polistirena dalam bentuk emulsi dengan menggunakan monomer stirena dalam berbagai jumlah yang berbeda tersaji pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengaruh Jumlah Monomer terhadap Karakteristik Emulsi Polistirena

Jumlah Inisiator	Ukuran partikel	Viskositas
33%	10 mikrometer	41,34 detik
50%	40 mikrometer	81 detik

Pada tahap propagasi atau tahap pertumbuhan rantai polimer, jika jumlah monomer yang ditambahkan semakin banyak maka rantai polimer yang terbentuk juga semakin panjang dan berat molekulnya juga semakin besar. Salah satu yang menentukan ukuran partikel polimer adalah berat molekul polimer. Semakin besar berat

molekul polimer maka viskositas polimer juga akan semakin tinggi. Hubungan antara berat molekul polimer dengan viskositas intrinsik dapat ditunjukkan dengan persamaan Mark-Houwink seperti pada persamaan 1.

$$[\eta] = K * M^{a} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

di mana berat molekul (M), viskositas intrinsik ([η]), K dan a adalah konstanta yang bergantung pada jenis polimer dan pelarutnya.

Hasil penelitian ini telah sesuai karena pada penambahan jumlah monomer 50% menghasilkan emulsi polistirena dengan ukuran partikel dan viskositas yang lebih tinggi yaitu 40 mikrometer dan 81 detik. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian tentang kopolimerisasi monomer stirena/butil akrilat/metil metakrilat yang menunjukkan hasil bahwa semakin banyak jumlah monomer yang ditambahkan maka dapat menghasilkan ukuran partikel polimer yang lebih besar (Budianto dan Ariyanti, 2008)

3.3 Pengaruh jumlah inisiator hidrogen peroksida terhadap daya rekat, waktu kering, dan *hardness* cat tembok berpelarut air

Data daya rekat, waktu kering, dan *hardness* cat tembok dengan binder emulsi polistirena pada berbagai jumlah monomer stirena tersaji pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Pengaruh Jumlah Inisiator terhadap Karakteristik Cat Tembok

Jumlah Inisiator Hidrogen Peroksida	Daya rekat	Waktu kering	Hardness
10%	90%	35 menit	6H
12,5%	95%	28 menit	6H

Pada Tabel 3.3 penambahan inisiator 12,5% menghasilkan ukuran partikel polistirena yang lebih kecil. Cat dengan ukuran partikel polimer yang kecil akan menghasilkan lapisan permukaan yang lebih halus dengan rongga-rongga yang lebih kecil sehingga mampu menempel pada permukaan substrat yang lebih baik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa penambahan jumlah inisiator 12,5% memberikan daya rekat yang lebih besar (95%) dibandingkan dengan penambahan inisiator 10%. Daya rekat diuji dengan *cross-cut test* yaitu metode yang menilai dari seberapa banyak lapisan cat yang terangkat.

Waktu pengeringan pada cat berbasis air sangat penting untuk diukur karena berhubungan secara langsung dengan pembentukan lapisan film. Waktu kering dihitung dari waktu yang dibutuhkan oleh cat mulai dari pengaplikasian pada suatu substrat hingga terbentuknya lapisan yang padat dan kering pada suhu 25-30℃ (Afrilianti dkk, 2024). Pada jumlah inisiator yang berbeda memberikan hasil waktu kering yang berbeda, jumlah inisiator yang lebih banyak (12,5%) memberikan waktu kering yang lebih cepat yaitu 28 menit. Semakin banyak jumlah inisiator maka reaksi akan semakin cepat dan polimer yang terbentuk semakin sempurna sehingga cat yang dihasilkan dengan binder tersebut memiliki kemampuan mengering yang lebih cepat.

Tingkat kekerasan cat tembok diukur dengan uji kekerasan pensil (*Wolff-Wilborn pencil hardness test)* menggunakan standar ASTM D3363. Pengujian ini menentukan kemampuan cat untuk menahan goresan dengan menggunakan serangkaian pensil dari yang paling lunak (6B) hingga paling keras 9H. Pensil ditekan pada sudut 45 derajat ke permukaan cat, dan proses ini diulangi dengan pensil yang lebih keras sampai cat tergores dan ditemukan pensil yang tidak meninggalkan goresan. Pada jumlah inisiator 10% dan 12,5% memberikan *hardness* yang sama yaitu tidak tergores pada pensil ukuran 6H. Hal ini menunjukkan bahwa emulsi polistirena yang dihasilkan memiliki tingkat kekerasan yang tinggi.

3.4 Pengaruh jumlah monomer terhadap daya rekat, waktu kering, dan h*ardness* cat tembok berpelarut air

Binder merupakan komponen terpenting pada pembuatan cat tembok berpelarut air, hal ini dikarenakan binder berfungsi sebagai perekat dan pembentuk lapisan film. Pada Tabel 3.4 tersaji data daya rekat, waktu kering, dan hardness cat tembok dengan binder emulsi polistirena pada berbagai jumlah monomer stirena.

Tabel 3.4 Pengaruh Jumlah Monomer Stirena terhadap Karakteristik Cat Tembok

Jumlah Monomer	Daya rekat	Waktu kering	Hardness
33%	95%	28 menit	6H
50%	99%	16 menit	9H

Binder polistirena yang terbentuk dari jumlah monomer lebih banyak memiliki karakteristik rantai polimer yang semakin panjang sehingga mampu menghasilkan cat dengan daya rekat yang lebih tinggi. Rantai polimer yang lebih panjang akan menghasilkan ikatan antarmolekul yang lebih kuat, sehingga cat dapat lebih baik menempel pada permukaan. Pada Tabel 3.4 penambahan monomer stirena 50% menghasilkan cat dengan daya rekat yang lebih tinggi (99%). Hal ini dikarenakan jumlah monomer yang lebih banyak akan menghasilkan polimer dengan rantai yang semakin panjang. Rantai polimer yang lebih panjang menghasilkan lebih banyak titik kontak

dan interaksi antarmolekul (seperti ikatan van der Waals atau ikatan hidrogen) antara polimer itu sendiri dan antara polimer dengan substrat yang direkatkan.

Pada jumlah monomer yang berbeda memberikan hasil waktu kering yang berbeda, jumlah monomer yang lebih banyak (50%) memberikan waktu kering yang lebih cepat yaitu 16 menit. Waktu kering hasil aplikais cat dipengaruhi oleh struktur polimer dan kemampuan penguapan pelarut. Dalam penelitian ini jenis pelatur yang digunakan sama yaitu air sehingga kemapuan mengering cat tembok dipengaruhi oleh struktur polimer. Polimer yang terbentuk dari jumlah monomer yang lebih banyak akan memiliki struktur yang lebih baik sehingga mampu mengering lebih cepat. Pada jumlah monomer 50% mampu mengering dalam waktu 16 menit, sedangkan untuk jumlah monomer 33% memerlukan waktu kering 28 menit.

Rantai polimer yang lebih panjang juga dapat meningkatkan kekuatan (*hardness*), hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa jumlah monomer 50% memberikan nilai *hardness* yang lebih besar yaitu 9H. Tingkat kekerasan 9H adalah tingkat kekerasan tertinggi dari uji kekerasan dengan metode pensil (*Wolff-Wilborn pencil hardness test)* menggunakan standar ASTM D3363.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahawa:

1. Polimerisasi monomer stirena dan inisiator hidrogen peroksida dengan metode emulsi menggunakan penambahan emulsifier poli vinil alkohol menghasilkan emulsi berwarna putih susu.
2. Jumlah inisiator 12,5% dan jumlah monomer 33% memberikan emulsi polistirena dengan viskositas lebih tinggi (32,5 detik) dan ukuran partikel yang lebih kecil (10 mikrometer).
3. Jumlah monomer 50% dan jumlah inisiator 12,5% memberikan emulsi polistirena dengan viskositas lebih tinggi (81 detik) dan ukuran partikel yang lebih besar (40 mikrometer).
4. Binder emulsi polistirena dengan menggunakan jumlah inisiator 12,5% dan jumlah monomer 33% memberika karakteristik cat tembok nilai daya rekat 95%, waktu kering 28 menit, dan nilai kekerasan 6H.
5. Binder emulsi polistirena dengan menggunakan jumlah inisiator 12,5% dan jumlah monomer 50% memberika karakteristik cat tembok nilai daya rekat 99%, waktu kering 16 menit, dan nilai kekerasan 9H.

5. SARAN

Disarankan penelitian lanjutan untuk melakukan optimasi jumlah inisiator dan jenis inisiator yang menghaslkan emulsi polistirena terbaik dan karakteristik cat tembok terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rahman, A dan Mulana, F. 2014. Studi Pembuatan Cat Tembok Emulsi dengan Menggunakan Kapur sebagai Bahan Pengisi. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.* vol. 10, no. 2, 63-69.

[2] Primahendra, Y.B.S., Purnavita, S., Sutanti, S., dan Oktaviananda, C. 2023. Pengaruh Jenis Alkali Terhadap Karakteristik Cat Emulsi Dari Kasein Susu Sapi Afkir. CHEMTAG : Journal of Chemical Engineering. vol. 4, no. 2, 1-9.

[3] Nugroho, R., Purnavita, S., Sutanti, S., dan Oktaviananda, C. 2025. Pemanfaatan Limbah Styrofoam untuk Aplikasi Cat Emulsi Berbasis Air. *CHEMTAG : Journal of Chemical Engineering*. vol. 6, no. 1, 49-59.

[4] Lusiana, U dan Cahyanto, H.A. 2014. Penggunaan Kaolin Kalimantan Barat Sebagai Pigmen Extender dalam Pembuatan Cat Tembok Emulsi. *BIOPROPAL INDUSTRI.* vol. 5, no. 2, 45-51.

[5] Purnavita, S., Oktaviananda, C., Rinihapsari, E., Wibowo, P., dan Primahendra, Y.B.S. 2023. Pengaruh Jumlah Pengemulsi pada Pembuatan Cat Emulsi Berbasis Bahan Alami Kasein dari Susu Sapi. *METANA : Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*. vol. 19, no. 1, 13-20.

[6] Yohanala, F. P. T., Dewa, R.M., Quarta, K., Widiyastuti dan Winardi, S., 2015. Preparation of Polystyrene Sphere Using Surfactant-Free Emulsion Polymerization. Modern Applied Science; vol. 9, no. 7, 121-126.

[7] Budianto, E dan Ariyanti, A. 2008. Pengaruh Variasi Inisiator dan Teknik Polimerisasi Terhadap Ukuran Partikel Pada Kopolimerisasi Emulsi Stiren-Butil Akrilat-Metil Metakrilat. *Makara Journal of Science. v*ol. 12, no.2. 61-68.

[8] Yesayeu, M.A., Kisialiova, H., Shiman, D.I., dan Kostjuk, S.V. 2025. Synthesis of polystyrene particles with controlled size via emulsion and dispersion radical polymerization : A practical guide. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. vol. 709, no. 2.

[9] Heltina, D., Amri, A., Utama, P.S., dan Aman. Pemanfaatan sampah styrofoam untuk pembuatan lem lateks dalam upaya mengurangi limbah styrofoam di TPA Muara Fajar Timur Kecamatan Rumbai Pekanbaru. *Unri Conference Series: Community Engagement.* vol. 2. 2020. pp. 11-19. Pekanbaru.

[10] Afrilianti, A., Nadimisia, T.D.N., Wiranata, A., Herman, S., Zahrina, I., Jahrizal, Bahruddin. 2024. Pengaruh Nisbah Styrene Acrylic dan Lateks dalam Binder Terhadap Karakteristik Cat Waterproof. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. vol. 13, no. 2, 170-183