

SINTESIS LATEX AKRILIK UNTUK CAT RAMAH LINGKUNGAN MELALUI TEKNOLOGI EMULSI POLIMERISASI

Tandi Taopik Sanjaya ^{1)*}, Pandit Hernowo ²⁾

^{1,2)} Teknik Kimia, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

*Corresponding Author: emailnya@afilasi.ac.id

ABSTRAK

Pengembangan cat berbasis air (*water-based coatings*) menjadi salah satu upaya untuk mengurangi dampak lingkungan akibat emisi *Volatile Organic Compounds* (VOC) dari cat berbasis pelarut organik. Salah satu komponen utama dalam formulasi cat berbasis air adalah bahan pengikat (*binder*) berupa lateks akrilik yang umumnya disintesis melalui teknologi emulsi polimerisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses sintesis lateks akrilik berbasis monomer *methyl methacrylate* (MMA) dan *butyl acrylate* (BA) menggunakan metode emulsi polimerisasi semi-batch, menentukan karakteristik fisik lateks yang dihasilkan, serta mengevaluasi potensinya sebagai bahan pengikat cat berbasis air yang ramah lingkungan. Sintesis dilakukan pada skala laboratorium, diikuti dengan pengujian karakteristik fisik meliputi total padatan, viskositas, pH, dan tampilan visual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lateks akrilik yang dihasilkan memiliki nilai total padatan sebesar 44,54–44,60% (b/b), viskositas sebesar 228–280 cP, serta pH pada kisaran 8,48–8,84. Secara visual, lateks menunjukkan tampilan putih susu kebiruan yang homogen tanpa indikasi flokulasi atau pemisahan fase. Konsistensi nilai parameter fisik yang diperoleh menunjukkan bahwa proses sintesis berlangsung secara stabil dan reproduksibel. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa lateks akrilik hasil sintesis memiliki karakteristik fisik yang mendukung kestabilan dispersi dan berpotensi diaplikasikan sebagai bahan pengikat pada formulasi cat berbasis air yang ramah lingkungan.

Kata Kunci: *lateks akrilik, emulsi polimerisasi, methyl methacrylate, butyl acrylate, cat berbasis air*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri cat dan pelapis (*coating*) berperan penting dalam sektor konstruksi dan manufaktur sebagai pelindung permukaan sekaligus elemen dekoratif. Namun demikian, penggunaan cat konvensional berbasis pelarut organik (*solvent-based coatings*) masih menimbulkan permasalahan lingkungan karena menghasilkan emisi *Volatile Organic Compounds* (VOC). Senyawa VOC diketahui berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan kualitas lingkungan, seperti gangguan pernapasan, pencemaran udara dalam ruang, serta kontribusi terhadap pembentukan ozon troposferik. Oleh karena itu, berbagai regulasi lingkungan telah diterapkan untuk membatasi penggunaan VOC dalam produk pelapis, antara lain regulasi REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) di Uni Eropa, ketentuan pengendalian emisi VOC oleh Environmental Protection Agency (EPA) di Amerika Serikat, serta kebijakan pengelolaan bahan berbahaya dan beracun yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) di Indonesia.

Seiring dengan meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan dan penerapan regulasi pembatasan VOC, pengembangan cat berbasis air (waterborne coatings) menjadi fokus utama dalam industri pelapis modern. Sistem cat berbasis air memiliki keunggulan berupa emisi VOC yang lebih rendah, bau yang minimal, serta risiko kebakaran yang lebih kecil dibandingkan sistem berbasis pelarut. Salah satu komponen utama dalam formulasi cat berbasis air adalah bahan pengikat (binder), yang berfungsi menyatukan pigmen dan membentuk lapisan film pelindung setelah proses pengeringan.

Lateks akrilik merupakan binder yang banyak digunakan dalam sistem cat berbasis air karena memiliki kestabilan dispersi yang baik, fleksibilitas formulasi, serta ketahanan terhadap cuaca dan degradasi lingkungan. Lateks akrilik umumnya disintesis melalui proses emulsi polimerisasi, yaitu polimerisasi monomer akrilat atau metakrilat dalam medium air dengan bantuan surfaktan dan inisiator radikal bebas. Teknologi ini memungkinkan pembentukan partikel polimer berukuran halus tanpa penggunaan pelarut organik, sehingga lebih ramah lingkungan.

Kombinasi monomer keras seperti methyl methacrylate (MMA) dan monomer lunak seperti butyl acrylate (BA) banyak digunakan untuk menghasilkan keseimbangan antara kekerasan, fleksibilitas, dan daya rekat film cat. Namun, pengendalian proses sintesis sangat menentukan kualitas lateks yang dihasilkan, khususnya terkait kestabilan dispersi, viskositas, dan karakteristik fisik lainnya. Oleh karena itu, diperlukan kajian terhadap proses sintesis lateks akrilik melalui teknologi emulsi polimerisasi serta evaluasi sifat dasar produk yang dihasilkan sebagai bahan pengikat cat berbasis air.

1.2 Tujuan Penelitian .

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari proses sintesis lateks akrilik berbasis monomer methyl methacrylate (MMA) dan butyl acrylate (BA) menggunakan metode emulsi polimerisasi.
2. Menentukan karakteristik fisik lateks akrilik yang dihasilkan, meliputi pH, viskositas, total padatan, dan tampilan visual.
3. Mengevaluasi potensi lateks akrilik sebagai bahan pengikat pada formulasi cat berbasis air yang ramah lingkungan.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental pada skala laboratorium untuk mensintesis lateks akrilik berbasis air melalui teknologi emulsi polimerisasi. Metode penelitian meliputi tahapan persiapan bahan dan peralatan, proses sintesis lateks, serta pengujian karakteristik fisik produk yang dihasilkan.

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan utama yang digunakan meliputi monomer *methyl methacrylate* (MMA) dan *butyl acrylate* (BA) sebagai pembentuk kopolimer, serta *acrylic acid* (AA) sebagai monomer fungsional. Bahan pendukung yang digunakan antara lain surfaktan, inisiator persulfat, agen pengontrol berat molekul, bahan pengatur pH, serta air deionisasi sebagai medium reaksi.

Peralatan utama yang digunakan terdiri atas reaktor kaca borosilikat berkapasitas 1,5 L yang dilengkapi dengan pengaduk mekanis, water bath dengan pengontrol suhu, kondensor pendingin, termokopel digital, serta buret untuk penambahan monomer dan inisiator secara bertahap.

2.2 Prosedur Sintesis Lateks Akrilik

Sintesis lateks akrilik dilakukan menggunakan metode emulsi polimerisasi semi-batch. Proses diawali dengan pengisian air deionisasi ke dalam reaktor, kemudian ditambahkan surfaktan dan bahan penyangga pH hingga terbentuk sistem praemulsi yang homogen. Campuran dipanaskan secara bertahap hingga mencapai suhu reaksi yang ditentukan dengan pengadukan konstan.

Tahap inisiasi dilakukan dengan penambahan sebagian monomer dan larutan inisiator persulfat ke dalam sistem reaksi. Setelah terbentuk partikel inti lateks, sisa monomer ditambahkan secara bertahap selama tahap propagasi dengan menjaga suhu dan kecepatan pengadukan agar sistem tetap stabil. Setelah seluruh monomer selesai ditambahkan, reaksi dilanjutkan pada tahap aging untuk memastikan konversi reaksi optimal dan kestabilan partikel.

Setelah proses polimerisasi selesai, sistem didinginkan hingga suhu ruang, kemudian dilakukan tahap post-treatment dengan penambahan aditif pendukung. Tahap akhir adalah post-adjustment untuk menyesuaikan parameter pH dan viskositas sesuai spesifikasi yang diinginkan.

2.3 Metode Pengujian

Karakterisasi lateks akrilik dilakukan melalui pengujian pH, viskositas, dan total padatan. Nilai pH diukur menggunakan pH meter, viskositas ditentukan menggunakan viskometer, dan kadar total padatan dianalisis dengan metode pengeringan oven hingga berat konstan. Selain itu, pengamatan visual dilakukan untuk menilai warna dan homogenitas dispersi lateks.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisik lateks akrilik hasil sintesis dievaluasi untuk menilai kesesuaiannya sebagai bahan pengikat (*binder*) pada formulasi cat berbasis air. Parameter yang diamati meliputi total padatan, viskositas, pH, dan warna, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian

Komponen	Sampel 1	Sampel 2
Total Padatan	44,54 % (b/b)	44,6 % (b/b)
Viskositas	228 cP	280 cP
pH	8,48	8,84
Warna	Putih susu kebiruan	Putih susu kebiruan

3.1 Total Padatan

Berdasarkan data pada Tabel 1, nilai total padatan untuk Sampel 1 dan Sampel 2 masing-masing sebesar 44,54% (b/b) dan 44,6% (b/b). Nilai tersebut menunjukkan perbedaan yang sangat kecil antar sampel, sehingga dapat dikatakan bahwa proses emulsi polimerisasi berlangsung secara konsisten. Total padatan yang relatif seragam mengindikasikan tingkat konversi monomer yang stabil serta keberhasilan pengendalian parameter proses selama sintesis. Kondisi ini penting untuk menjamin keseragaman kualitas lateks dalam aplikasi sebagai bahan pengikat cat berbasis air.

3.2 Viskositas

Hasil pengukuran viskositas menunjukkan bahwa Sampel 1 memiliki viskositas sebesar 228 cP, sedangkan Sampel 2 sebesar 280 cP. Perbedaan viskositas antar sampel masih berada dalam rentang yang dapat diterima dan tidak menunjukkan penyimpangan yang signifikan. Peningkatan viskositas pada Sampel 2 dapat disebabkan oleh variasi kecil dalam ukuran atau distribusi partikel lateks, namun masih tergolong sesuai untuk aplikasi cat berbasis air. Nilai viskositas tersebut mendukung kemudahan aplikasi serta pembentukan film yang merata pada permukaan substrat.

3.3 pH

Nilai pH yang diperoleh untuk Sampel 1 dan Sampel 2 masing-masing sebesar 8,48 dan 8,84. Kedua nilai pH tersebut berada pada kondisi basa ringan yang umum digunakan untuk menjaga kestabilan sistem lateks akrilik. Meskipun pH Sampel 2 sedikit lebih tinggi dibandingkan Sampel 1, perbedaan ini masih dalam rentang yang dapat diterima dan tidak menyebabkan terjadinya ketidakstabilan dispersi. pH yang sesuai berperan penting dalam mencegah koagulasi partikel serta menjaga kompatibilitas lateks dengan komponen lain dalam formulasi cat.

3.4 Tampilan Visual

Secara visual, kedua sampel lateks akrilik menunjukkan warna putih susu kebiruan yang homogen. Tidak teramati adanya gumpalan, endapan, maupun pemisahan fase pada kedua sampel. Keseragaman tampilan visual ini menunjukkan bahwa sistem surfaktan dan kondisi proses yang digunakan mampu menghasilkan dispersi partikel yang stabil dan seragam antar batch sintesis.

3.5 Evaluasi Konsistensi Produk

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua sampel lateks akrilik memiliki karakteristik fisik yang relatif seragam dan memenuhi kriteria sebagai bahan pengikat cat berbasis air. Perbedaan nilai viskositas dan pH yang terjadi antar sampel masih berada dalam batas yang dapat diterima dan tidak memengaruhi kestabilan dispersi secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa proses sintesis yang diterapkan memiliki tingkat reproduktibilitas yang baik dan berpotensi untuk diaplikasikan secara konsisten dalam skala yang lebih luas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses sintesis lateks akrilik berbasis monomer methyl methacrylate (MMA) dan butyl acrylate (BA) melalui metode emulsi polimerisasi semi-batch berhasil menghasilkan dispersi lateks yang stabil, ditunjukkan oleh tampilan visual homogen berwarna putih susu kebiruan tanpa adanya flokulasi atau pemisahan fase.
2. Karakteristik fisik lateks akrilik yang dihasilkan menunjukkan nilai total padatan sebesar 44,54–44,60% (b/b), viskositas sebesar 228–280 cP, serta pH pada kisaran 8,48–8,84, dengan tampilan visual berwarna putih susu kebiruan, yang seluruhnya berada dalam rentang yang mendukung kestabilan koloid sistem lateks.
3. Berdasarkan hasil sintesis dan karakterisasi fisik tersebut, lateks akrilik yang dihasilkan memiliki potensi yang baik untuk diaplikasikan sebagai bahan pengikat (*binder*) pada formulasi cat berbasis air yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguirreurreta, Z., de la Cal, J. C., & Leiza, J. R. (2017). Preparation of high solids content waterborne acrylic coatings using polymerizable surfactants to improve water sensitivity. *Progress in Organic Coatings*, 112, 200–209. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2017.06.028>
- Akhter, P., Arshad, A., & Hussain, M. (2025). A review on environmental impacts of paints and strategies for producing eco-friendly paints. *Environmental Science and Pollution Research*, 32. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-024-05760-z>
- Barrera, N. I. G. (2018). *Eco-compatible syntheses of bio-based solvents for the paint and coating industry* [HAL Archives Ouvertes]. <https://theses.hal.science/tel-04206517/>
- Castellanos, S. G., Fernández-Escamilla, V. V. A., Corona-Rivera, M. Á., González-Iñiguez, K. J., Barrera, A., Moscoso-Sánchez, F. J., Figueroa-Ochoa, E. B., Ceja, I., Rabelero, M., & Aguilar, J. (2023). Coagulative nucleation in the copolymerization of methyl methacrylate–butyl acrylate under monomer-starved conditions. *Polymers*, 15(7), 1628. <https://doi.org/10.3390/polym15071628>
- EPA, U. S. E. P. A. (1990). *Clean Air Act (CAA): Regulations on Volatile Organic Compounds (VOC)*. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview>
- Jiao, C., Cheaburu-Yilmaz, C. N., & Kolega. (2021). Advances in Waterborne Acrylic Resins: Synthesis Principle and Application. *ACS Omega*. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c05593>
- KLHK, K. L. H. dan K. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. <https://jdih.menlhk.go.id/>
- Mariz, I. de F. A., Millichamp, I. S., de la Cal, J. C., & Leiza, J. R. (2010). High performance water-borne paints with high volume solids based on bimodal latexes. *Progress in Organic Coatings*, 68(3), 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2010.01.008>
- Sardari, A., & Mannari, V. (2024). Emulsion polymerization process: Effects of particle nucleation mechanism on properties of acrylic–styrene latex. *Journal of Coatings Technology and Research*. <https://doi.org/10.1007/s11998-024-00921-8>
- Shanti, R., & kolega. (2016). Synthesis and characterization of poly(methyl methacrylate-co-butyl acrylate-co-acrylic acid). *Progress in Organic Coatings*, 102, 291–299. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2016.01.024>
- Smith, A. (2022). Modeling the shear-dependent viscosity of nonionically stabilized waterborne dispersions. *Colloid and Polymer Science*, 300, 407–414.
- Xia, S., Zhao, Q., Ji, J., Wu, R., Chen, L., Yin, Y., & Liu, Q. (2023). Impact of water-based coating substitution on VOCs emission characteristics for the surface-coating industries and policy effectiveness: A case study in Jiangsu Province, China. *Atmosphere*, 14(4), 662. <https://doi.org/10.3390/atmos14040662>
- Zhu, Z., Li, R., Zhang, C., & Gong, S. (2018). Preparation and Properties of High Solid Content and Low Viscosity Waterborne Polyurethane–Acrylate Emulsion with a Reactive Emulsifier. *Molecules*.