

## Analisis Perbandingan Solvent Butyl Acetate dan Propylene Glycol Terhadap Performa dan Daya Tahan Karet Silikon

Kireina Zahra Nazlina<sup>1\*</sup> dan Andi Nuraliyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Kota Bekasi, Indonesia

\*Korespondensi: andi.nuraliyah@dsn.ubharajaya.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan pelarut tunggal Butyl Acetate (BA) dan campuran Butyl Acetate dengan Propylene Glycol (BA+PG) terhadap stabilitas formulasi *coating* serta ketahanan abrasi pada karet silikon. Metode yang digunakan meliputi pengujian laju pengendapan berdasarkan ASTM D869-21 dan uji ketahanan abrasi berdasarkan ASTM D4060-19. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi dengan BA+PG memiliki laju pengendapan lebih lambat (2 mm dalam 30 menit) dibandingkan dengan BA tunggal (10 mm dalam 30 menit). Selain itu, lapisan *coating* BA+PG mampu bertahan hingga 20.000 siklus gesekan dengan penurunan kilap minimal, sedangkan lapisan BA tunggal menunjukkan penurunan kualitas sebelum mencapai siklus tersebut. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan Propylene Glycol meningkatkan stabilitas dispersi dan ketahanan abrasi lapisan *coating* pada karet silikon, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi industri yang memerlukan daya tahan tinggi.

**Kata Kunci:** *Butyl Acetate, Propylene Glycol, Coating, Karet Silikon, Abrasi*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Karet merupakan material serbaguna yang tidak terlepas dari kehidupan manusia, terutama dalam berbagai sektor industri seperti otomotif, konstruksi, kesehatan, dan peralatan rumah tangga. Sifat elastisitas tinggi, ketahanan abrasi, dan kemampuan beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan menjadikan karet sebagai material yang sangat dibutuhkan. Seiring dengan perkembangan teknologi dan meningkatnya tuntutan kualitas, pengembangan material karet terus dilakukan untuk meningkatkan performa dan daya tahannya. Salah satu inovasi yang banyak dikembangkan adalah penggunaan lapisan pelindung (*coating*) pada permukaan karet. *Coating* berfungsi untuk meningkatkan ketahanan terhadap faktor eksternal seperti gesekan, panas, bahan kimia, dan kelembaban, sehingga dapat memperpanjang umur pakai produk dan menjaga kinerjanya dalam kondisi ekstrem (Ario Septian et al., 2025).

Dalam proses pelapisan, komponen formulasi *coating* memegang peran penting untuk meningkatkan ketahanan terhadap faktor eksternal, seperti gesekan, panas, bahan kimia, dan kelembaban serta menentukan kualitas lapisan akhir. *Coating* pada karet dapat memperpanjang umur pakai produk dan meningkatkan kinerjanya dalam berbagai kondisi (Wahyu et al., 2024). Salah satu komponen kunci adalah

pelarut (*solvent*), yang berfungsi untuk melarutkan atau mendispersikan komponen lain seperti resin dan pigmen. Butyl Acetate (BA) merupakan salah satu pelarut yang umum digunakan dalam industri *coating* karena kemampuannya melarutkan resin dengan baik dan volatilitasnya yang tinggi. Namun, penggunaan BA murni seringkali menimbulkan masalah stabilitas dispersi, ditandai dengan laju pengendapan partikel yang cepat. Hal ini dapat menyebabkan ketidakhomogenan lapisan, penurunan daya rekat, dan ketahanan abrasi yang kurang optimal (Ario Septian et al., 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan evaluasi terhadap formulasi *coating* dengan memodifikasi komposisi pelarut. Propylene Glycol (PG) merupakan senyawa dengan viskositas tinggi dan sifat higroskopis yang mampu memperbaiki stabilitas dispersi dan memperlambat laju pengendapan. Selain itu, PG juga dapat meningkatkan fleksibilitas lapisan dan ketahanan terhadap abrasi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan penggunaan pelarut tunggal BA dan campuran BA dengan PG terhadap performa dan daya tahan karet silikon. Melalui analisis laju pengendapan dan uji ketahanan abrasi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi formulasi *coating* yang lebih optimal untuk meningkatkan kualitas produk karet dalam aplikasi industri.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah menganalisa penambahan Propylene Glycol terhadap laju pengendapan formulasi *coating* serta menguji ketahanan abrasi pada produk karet silikon yang telah melalui proses *coating* dengan variasi formulasi pelarut Butyl Acetate dan Butyl Acetate+ Propylene Glycol.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua jenis formulasi *coating*, yaitu formulasi dengan pelarut tunggal Butyl Acetate (BA) dan formulasi dengan campuran pelarut Butyl Acetate dan Propylene Glycol (BA+PG). Proses penelitian meliputi tahap persiapan bahan, proses *coating*, dan pengujian kualitas lapisan. Metode yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

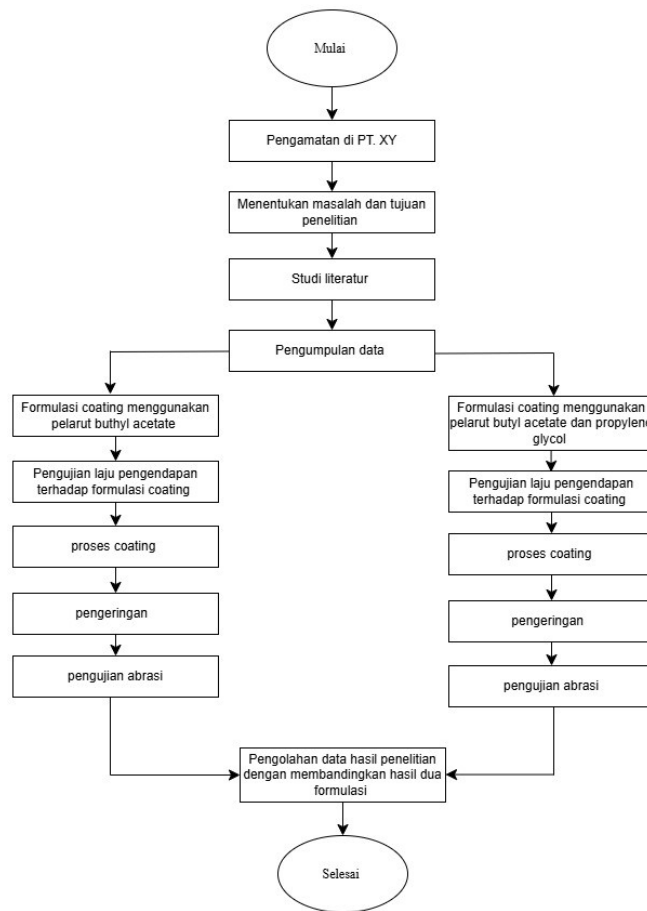
### a. Uji Laju Pengendapan

Pengujian dilakukan berdasarkan standar ASTM D869-21 (*Standard Test Method for Evaluating Degree of Settling of Paint*). Formulasi *coating* dimasukkan ke dalam tabung gelas berukuran 50 mL dan diamati setiap 5 menit selama 30 menit. Jarak endapan diukur menggunakan penggaris skala milimeter. Pengujian dilakukan pada suhu ruang ( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ ) tanpa pengadukan.

### b. Uji Ketahanan Abrasi

Pengujian dilakukan berdasarkan standar ASTM D4060-19 (*Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser*). Sampel karet silikon yang telah dilapisi *coating* diuji menggunakan alat abrasi test dengan beban 400 gram, kecepatan 60 rpm, dan jumlah siklus bertahap yaitu 5.000, 10.000, 15.000, dan 20.000 kali. Evaluasi dilakukan berdasarkan perubahan kilap dan kerusakan permukaan.

Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1 untuk memberikan gambaran tahapan lengkap yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan dengan penambahan Propylene Glycol dapat meningkatkan performa dan daya tahan karet silikon.

#### a. Hasil uji laju pengendapan

Data hasil pengujian laju pengendapan pada formulasi *coating* dengan dua jenis solvent disajikan untuk melihat pengaruh variasi solvent terhadap stabilitas campuran selama periode waktu tertentu. Pengujian dilakukan dengan mengamati jarak endapan pada setiap interval waktu, kemudian membandingkannya untuk mengetahui kecenderungan terbentuknya endapan pada masing-masing formulasi. Data lengkap hasil pengujian tersebut ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian laju pengendapan

Durasi Pengendapan	Jenis Solvent	
	Buthyl acetate	Buthyl acetate + Propylene glycol
0 menit	Jarak endapan : 0 mm	Jarak endapan : 0 mm
5 menit	Jarak endapan : 2 mm	Jarak endapan : 2 mm
10 menit	Jarak endapan : 5 mm	Jarak endapan : 1 mm
15 menit	Jarak endapan : 5 mm	Jarak endapan : 1,5 mm
30 menit	Jarak endapan : 10 mm	Jarak endapan : 2 mm

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1. terdapat keterkaitan yang jelas antara durasi waktu, jenis pelarut, dan laju pengendapan formulasi *coating*. Pada formulasi dengan BA murni, pengendapan partikel terjadi sangat cepat. Hal ini ditunjukkan oleh terbentuknya endapan setinggi 2 mm hanya dalam 5 menit pertama. Kecepatan pengendapan ini terus berlanjut, mencapai 5 mm pada menit ke-10 dan 10 mm pada menit ke-30. Menurut Shen et al., 2020, Pola ini mengkonfirmasi bahwa BA yang memiliki volatilitas tinggi dan viskositas rendah tidak mampu mempertahankan stabilitas dispersi partikel dalam waktu yang lama. Semakin lama waktu penyimpanan, gaya gravitasi semakin mendominasi dan menyebabkan partikel padat terpisah secara signifikan dari fase cair.

Sedangkan formulasi dengan campuran BA + PG menunjukkan kinerja yang jauh lebih unggul seiring berjalannya waktu. Tidak ada endapan yang teramati hingga menit ke-5, dan endapan baru mulai terbentuk setinggi 1 mm setelah 10 menit. Bahkan setelah 30 menit, endapan hanya mencapai 2 mm. Penambahan PG yang memiliki viskositas tinggi dan sifat higroskopis berhasil menciptakan sistem dispersi yang lebih stabil dengan memperlambat pergerakan partikel dan penguapan pelarut. Selain itu, polaritas PG yang lebih tinggi dibandingkan BA meningkatkan interaksi dengan partikel resin dalam *satocoat clear ink*, membentuk lapisan solvasi yang stabil dan berperan sebagai *co-solvent* yang memperbaiki kompatibilitas antar komponen *coating* serta mengurangi gaya tarik antar partikel (Khairuddin et al., 2022).

Berdasarkan standar ASTM D869-21 (*Standard Test Method for Evaluating Degree of Settling of Paint*) (ASTM D869, 2021), sistem *coating* dianggap stabil jika menunjukkan laju pengendapan yang lambat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa formulasi dengan BA murni menghasilkan endapan setinggi 10 mm dalam 30 menit, yang mengindikasikan ketidakstabilan sistem. Sebaliknya, formulasi BA+PG hanya mengendap sejauh 2 mm dalam waktu yang sama, yang tidak hanya memenuhi standar industri (biasanya <5 mm/30 menit) tetapi juga menjamin keseragaman lapisan selama aplikasi. Penambahan PG meningkatkan viskositas campuran, sehingga memperlambat sedimentasi partikel.

#### b. Hasil uji ketahanan abrasi

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2. Hasil pengujian ketahanan abrasi menunjukkan performa yang kontras antara *coating* berpelarut BA murni dan campuran BA+PG.

Tabel 2. Hasil uji ketahanan abrasi

Jumlah siklus	Kondisi lapisan buthyl acetate	Kondisi lapisan buthyl acetate + propylene glycol
5000x	Kilap berkurang	Tetap mengkilap
10000x	Goresan mulai jelas	Kilap sedikit berkurang
15000x	Telah menurun Tingkat kilap dan banyak mengalami kerusakan	Masih mempertahankan 85% kilap
20000x	Kerusakan permukaan berat	Lapisan masih mempertahankan kilap

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2. Hasil pengujian ketahanan abrasi menunjukkan performa yang kontras antara *coating* berpelarut BA murni dan campuran BA+PG. Perbedaan ketahanan abrasi antara *coating* berpelarut BA dan BA + PG terutama dipengaruhi oleh perilaku pembentukan film pada tiap siklus gesekan. Pada siklus 5.000, lapisan BA mulai kehilangan kilap dan menampilkan goresan halus. Hal ini terjadi karena BA memiliki volatilitas tinggi sehingga menguap terlalu cepat dan menyebabkan proses leveling tidak sempurna. (Shen et al., 2020) Pengeringan cepat ini menghasilkan mikropori dan permukaan kurang padat, sehingga sejak awal lapisan BA sudah rentan terhadap abrasi. Sebaliknya, penambahan PG pada formulasi BA + PG memperlambat laju penguapan dan memberi waktu leveling lebih lama, sehingga film yang terbentuk lebih padat dan tetap mengkilap. (Pelse et al., 2020)

Memasuki 10.000 siklus, lapisan BA menunjukkan penurunan goresan mulai jelas akibat struktur film yang terbentuk cenderung keras namun getas. Film yang getas mudah mengalami retak mikro saat menerima beban gesek berulang. Sebaliknya, BA + PG hanya mengalami penurunan kilap minimal karena sifat higroskopis dan viskositas PG mampu menjaga fleksibilitas lapisan sehingga film mampu berdeformasi elastis tanpa terkelupas. (Pelse et al., 2020) Pada siklus 15.000, lapisan BA telah menurun tingkat kilap dan banyak mengalami kerusakan. Penguapan BA yang terlalu cepat menyebabkan jaringan polimer tidak homogen (Wang et al., 2021) sehingga lapisan semakin mudah terabrasi berat. Sebaliknya, lapisan BA + PG masih mempertahankan  $\pm 85\%$  kilap awal. Polaritas PG meningkatkan kompatibilitas pelarut dengan resin sehingga film yang terbentuk lebih rapat, homogen, dan tahan aus (Khobragade et al., 2024).

Pada 20.000 siklus, formulasi BA mengalami penurunan terhadap kilap dan tidak memenuhi standar ketahanan abrasi sesuai ASTM D4060 (ASTM D4060, 2019). Sebaliknya, BA + PG tetap mempertahankan kilap dan integritas film. PG bertindak sebagai *plasticizer* ringan yang meningkatkan elastisitas, densitas *crosslinking*, dan *adhesi* terhadap *substrat*. Kombinasi antara BA yang membantu penyebaran awal dan PG yang memperlambat penguapan menghasilkan film yang halus, fleksibel, dan jauh lebih tahan gesekan (Khobragade et al., 2024).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan dengan penambahan Propylene Glycol dapat meningkatkan performa dan daya tahan karet silikon.

- a. Terhadap Durasi Pengendapan : formulasi *coating* dengan campuran pelarut BA dan PG terbukti lebih stabil, dengan laju pengendapan hanya 2 mm dalam 30 menit, sehingga memenuhi standar stabilitas ASTM D869-21, sementara formulasi BA tunggal 10 mm.
- b. Terhadap Ketahanan Abrasi: Lapisan *coating* dari formulasi BA+PG menunjukkan ketahanan aus yang lebih unggul, mampu bertahan dengan baik hingga 20.000 siklus gesekan, sehingga memenuhi standar ketahanan abrasi ASTM D4060-19. Sebaliknya, lapisan dari BA tunggal menunjukkan penurunan kualitas yang signifikan sebelum mencapai siklus uji tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ario Septian, N., Noviyanto Firmansyah, H., & Safriana, E. (2025). Corrosion and Wear Rate Analysis of SS304 Stainless Steel with Composite Coating Variations: Aluminum/Silicon Carbide/Epoxy and Titanium Dioxide/Silicon Carbide/Epoxy. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 20, Issue 2).
- ASTM D869. (2021). *Standard Test Method for Evaluating Degree of Settling of Paint*.
- ASTM D4060-19. (2019). *Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser*.
- Khairuddin, F. M., Rashid, A. A., Leo, C. P., Lim, G. K., Ahmad, A. L., Lim, H. M., & Tan, I. C. S. (2022). Recent progress in superhydrophobic rubber coatings. *Progress in Organic Coatings*, 171, 107024.
- Khobragade, D., Parshuramkar, P., Agrawal, S., Ingale, R., & Potbhare, M. (2024). Deciphering the role of plasticizers and solvent systems in hydrophobic polymer coating on hydrophilic core. *Heliyon*, 10(19). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37938>
- Pelse, I., Hernandez, J. L., Engmann, S., Herzing, A. A., Richter, L. J., & Reynold, J. R. (2020). Cosolvent effects when blade-coating a low-solubility conjugated polymer for bulk heterojunction organic photovoltaics. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 12(24), 27416–27424.
- Shen, Y., Zhao, F., Qiu, X., Zhang, H., Yao, D., Wang, S., & Gao, J. (2020). Economic, thermodynamic, and environmental analysis and comparison of the synthesis process of butyl acetate. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 59(50), 21869–21881.
- Wahyu, R., & Iswanto, I. (2024). Analysis of Variation in Iron Coating Rubber for Upper Punch. *Procedia of Engineering and Life Science*, 5, 138-143.
- Wang, H., Chen, X., & Yang, L. (2021). Wang, H., Chen, X., & Yang, L. (2021). The Synergistic Effect of Hardness and Elasticity on the Abrasive Wear Resistance of Polymer Coatings. *Wear*, 486–487, 204098.