



## Optimasi Sifat Mekanik dan Morfologi Permukaan Campuran Resiprena dengan Matriks Polimer Polipropilena dan Polistirena melalui Penambahan Stearin

Ayu Syufiatun Br Tarigan<sup>1</sup>, Nina Hartati<sup>2\*</sup>, Anjar Siti Mashitoh<sup>2</sup>, Arbaiyah<sup>3</sup>, Basuki Wirjosentono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi DIV Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

<sup>2</sup>Program Studi DIII Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>3</sup>Program Studi Sarjana Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara

\*Corresponding author: [nina.hartati@polsri.ac.id](mailto:nina.hartati@polsri.ac.id)

### ABSTRACT

This study aims to investigate the effect of adding resiprene and stearic acid on the mechanical properties and surface morphology of polyolefin blends, specifically polypropylene (PP) and polystyrene (PS). Resiprene was incorporated as an additive to enhance flexibility, while stearic acid was introduced to improve polymer compatibility and blend dispersion. The test results showed that the addition of 20 phr resiprene to polypropylene yielded the highest tensile strength of 9.63 MPa and an elongation of 5.85%, indicating high flexibility and compatibility of the blend. In contrast, the tensile strength of the PS-based blends was generally lower than that of the PP-based counterparts. The addition of 1 phr stearic acid proved effective in reducing the number of pores on the surface of both PP and PS blends. Interestingly, the PS-resiprene-stearic acid blend exhibited a more refined surface morphology compared to the PP-resiprene-stearic acid blend, suggesting higher compatibility of PS within the composite system.

**Keywords:** polypropylene, polystyrene, resiprene, stearic acid, tensile strength

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen karet alam terbesar di dunia, namun pemanfaatannya di dalam negeri masih sangat terbatas. Sekitar 80 hingga 85 persen dari total produksi karet Indonesia diekspor dalam bentuk bahan mentah seperti crumb rubber, RSS (Ribbed Smoked Sheet), atau lateks pekat. Sementara itu, hanya sekitar 15–20 persen yang dimanfaatkan oleh industri domestik untuk diolah menjadi produk jadi seperti ban, alas kaki, komponen otomotif, atau material berbasis polimer lainnya (Kementerian Pertanian RI, 2023; Zainuddin dkk., 2021). Kondisi ini menunjukkan lemahnya hilirisasi industri karet dalam negeri serta tingginya ketergantungan Indonesia terhadap produk olahan karet dari luar negeri, yang pada akhirnya berkontribusi pada rendahnya nilai tambah dan daya saing produk karet nasional di pasar global.

Salah satu strategi yang dapat digunakan untuk meningkatkan nilai tambah karet alam adalah melalui proses modifikasi kimia. Salah satu bentuk modifikasi yang cukup menjanjikan adalah proses siklisasi, yaitu

reaksi intramolekuler karet alam dengan bantuan katalis asam untuk menghasilkan resin karet siklis atau yang dikenal sebagai resipren. Resipren merupakan bahan padat berbentuk granula yang banyak digunakan sebagai pelapis anti-korosi pada logam, namun aplikasinya dalam sistem polimer komposit masih sangat terbatas karena sifat kompatibilitasnya yang rendah terhadap matriks polimer nonpolar seperti polipropilena (PP) dan polistirena (PS) (Dworakowska *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2022).

Untuk meningkatkan kompatibilitas antar fasa dalam sistem polimer heterogen, diperlukan suatu zat penambah atau compatibilizer yang mampu menjembatani perbedaan sifat kimia antar komponen. Salah satu jenis compatibilizer yang umum digunakan dalam sistem berbasis polimer adalah asam lemak. Penelitian sebelumnya oleh Ritonga dkk (2021) dan Aritonang dkk (2020) menunjukkan bahwa penambahan asam oleat sebagai compatibilizer dalam campuran antara LDPE dan resipren dapat meningkatkan kestabilan termal dan adhesi antarmuka, meskipun menyebabkan penurunan sifat mekanik seperti kekuatan

tarik. Sementara itu, pemanfaatan asam stearate yang juga merupakan asam lemak jenuh hasil turunan minyak sawit—sebagai compatibilizer dalam sistem resipren dan poliolefin masih belum banyak diteliti secara mendalam.

Asam stearat memiliki potensi yang besar sebagai compatibilizer karena strukturnya yang bersifat hidrofobik memungkinkan pembentukan interaksi van der Waals dengan matriks polimer nonpolar seperti PP dan PS. Selain itu, penggunaannya juga mendukung prinsip keberlanjutan karena berasal dari sumber terbarukan. Studi terkait penggunaan asam stearat dalam sistem komposit polimer telah menunjukkan bahwa zat ini dapat meningkatkan dispersi partikel, adhesi antarmuka, serta kestabilan dimensi dan termal pada material komposit (Shubhra *et al.*, 2013; Dvorak *et al.*, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan asam stearat terhadap kompatibilitas antara resipren dan polimer nonpolar (PP dan PS), serta implikasinya terhadap sifat morfologi, mekanik, dan termal dari komposit yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan utama, yaitu seperangkat alat refluks, peralatan gelas laboratorium, hot plate, dan alat cetak tekan hidrolik. Bahan-bahan yang digunakan meliputi xilena (Bratachem), polipropilena, polistirena, resiprena 35 (PT. Industri Karet Nusantara), stearin (Sochimas), dan aluminium foil. Proses pembuatan campuran plastik dengan resiprena dilakukan dengan cara melarutkan 90 phr polimer (polipropilena atau polistirena) dalam 450 mL xilena menggunakan pemanasan pada suhu 180 °C hingga larut sempurna. Sementara itu, 10 phr resiprena dilarutkan secara terpisah dalam 50 mL xilena menggunakan alat refluks pada suhu 200 °C sambil diaduk dengan magnetic stirrer. Setelah kedua larutan homogen, larutan polimer dimasukkan ke dalam larutan resiprena dalam alat refluks, kemudian dipanaskan dan diaduk kembali selama 15 menit. Campuran yang telah homogen dikeringkan, dihaluskan menjadi serbuk, dan kemudian diletakkan pada lempengan aluminium berukuran 15 × 15 cm yang telah dilapisi aluminium foil. Serbuk tersebut dicetak menggunakan alat press hidrolik pada suhu 175 °C selama 15 menit, lalu didinginkan. Spesimen hasil pencetakan kemudian diuji kekuatan tariknya sesuai standar ASTM 368 Tipe M. Proses serupa diterapkan pada berbagai rasio campuran polimer dan resiprena, yaitu 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, dan 60:40 untuk masing-masing polipropilena dan polistirena. Selanjutnya, penambahan stearin dilakukan terhadap campuran yang menunjukkan nilai kekuatan tarik terbaik, dengan variasi konsentrasi stearin sebesar

0,2 phr, 0,4 phr, 0,8 phr, dan 1 phr. Selanjutnya diuji kuat Tarik dan Analisa morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Sifat Mekanik Campuran Poliolefin dengan Resipren

Pengujian sifat mekanik terhadap campuran polimer merupakan salah satu parameter untuk menentukan kompatibilitas campuran tersebut. Berdasarkan pengukuran sifat mekanik campuran polimer, didapatkan bahwa semakin besar komposisi resipren, maka semakin kecil nilai kekuatan tariknya. Hal ini dikarenakan perbedaan sifat keduanya. Resipren memiliki interaksi permukaan yang sangat kecil terhadap polimer lainnya sehingga ketercampuran keduanya sangat rendah. Seperti yang telah dilaporkan oleh Ritonga dkk (2021), menyatakan bahwa penambahan karet alam siklik ke dalam matriks polimer menyebabkan penurunan nilai kekuatan tarik peregangan, dan modulus elastisitasnya yang diakibatkan oleh kerapuhan karet alam siklis tersebut.

Tabel 1. Variasi komposisi Poliolefin dengan Resipren

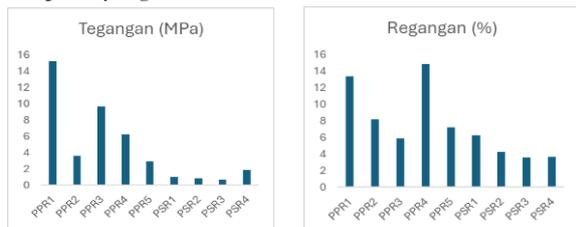
Kode Sampel	Polipropilena	Polistirena	Resipren
PP	100	-	0
PPR1	90	-	10
PPR2	80	-	20
PPR3	70	-	30
PPR4	60	-	40
PS	-	100	0
PSR1	-	90	10
PSR2	-	80	20
PSR3	-	70	30
PSR4	-	60	40

Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Mekanik Plastik dengan Resipren

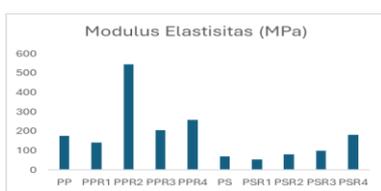
Kode Sampel	Tegangan (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
PP	15,22	13,32	175,98
PPR1	3,61	8,17	142,20
PPR2	9,63	5,85	543,85
PPR3	6,22	14,82	204,21
PPR4	2,89	7,22	258,11
PS	1,02	6,25	68,57
PSR1	0,85	4,23	53,35
PSR2	0,68	3,55	78,63
PSR3	1,89	3,67	97,89
PSR4	2,06	3,72	179,75

Pada dasarnya, kompatibilitas antara karet alam dengan poliolefin memang sangat rendah. Taktak *et al* (2022) melaporkan bahwa penambahan komposisi karet

pada campuran polipropilena akan menurunkan nilai kekuatan tarik dan modulus Young. Pada campuran polipropilena dengan resiprena, semakin banyak jumlah resipren yang ditambahkan maka semakin rendah nilai



kekuatannya. Hal ini berbanding terbalik dengan campuran polistirena dengan resipren. Semakin banyak resipren yang dihasilkan, semakin tinggi nilai kekuatan tariknya.



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Sifat Mekanik Plastik dengan Resipren

**Analisa Sifat Mekanik Campuran Poliolefin dan Resipren dengan Penambahan Asam Stearat**

Kode sampel PRS menyatakan campuran polimer polipropilena, resipren, dan asam stearat. Sedangkan kode sampel SRS menunjukkan campuran polimer polistirena, resipren, dan asam stearat. Tabel 3 menunjukkan nilai kekuatan mekanik dari campuran poliolefin dan resipren dengan penambahan asam stearat. Berdasarkan data pada tabel 3, diperoleh hasil bahwa semakin besar komposisi asam stearat yang ditambahkan maka semakin kecil nilai kekautan tariknya. Hal ini disebabkan karena asam stearat merupakan sejenis asam lemak yang dapat bertindak sebagai pelumas dalam pencampuran pembentukan material plastik. Akibatnya, gaya antar molekul poliolefin dengan resipren semakin berkurang. Sehingga, nilai kekuatan tariknya juga semakin kecil. Selain itu, penambahan asam stearat juga memungkinkan perubahan struktur material secara keseluruhan yang akan berdampak pada kristalinitas dan distribusi partikel dalam campuran.

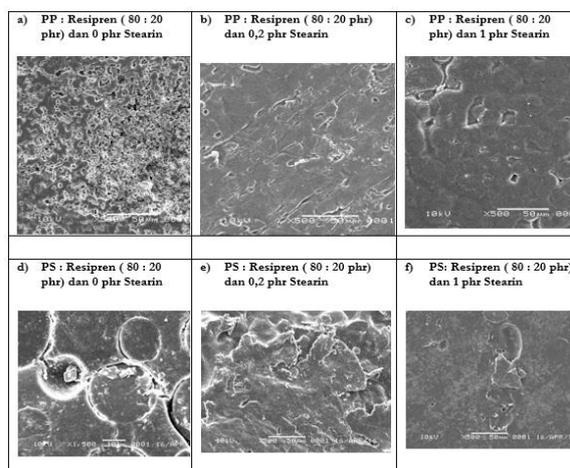
Tabel 3. Hasil Pengujian Sifat Mekanik Plastik Resiprena dengan Penambahan Stearin

Kode Sampel	Tegangan (MPa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
PRS 0,2	2,23	1,83	121,70
PRS 0,4	1,54	1,78	69,10
PRS 0,6	1,23	1,54	162,65
PRS 0,8	1,17	0,96	53,18
PRS 1,0	1,05	0,72	48,65

SRS 0,2	0,64	5,98	141,67
SRS 0,4	0,24	4,14	100,93
SRS 0,6	0,21	3,78	72,98
SRS 0,8	0,16	3,42	66,69
SRS 1,0	0,10	2,68	17,20

**Analisa Sifat Morfologi Campuran Plastik**

Berdasarkan hasil pengujian morfologi permukaan, dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah asam stearat yang ditambahkan ke dalam campuran poliolefin dan resipren, maka semakin sedikit pori yang terbentuk. Hal ini disebabkan karena asam stearat yang dapat berfungsi sebagai pelumas sehingga membantu peningkatan aliran dan distribusi bahan dalam campuran. Selain itu, asam stearat dapat membantu mengurangi tegangan permukaan material karena sifatnya yang dapat dijadikan sebagai bahan pelumas (Shubhra *et.al*, 2013).



Gambar 2. Analisa morfologi SEM

Ketika tegangan permukaan berkurang, maka retakan atau pori pada permukaan akan semakin berkurang. Morfologi permukaan pada campuran polipropilena dan resiprena dengan penambahan 0,2 phr asam stearat menghasilkan permukaan dengan pori yang banyak. Hal ini dikaitkan dengan kompatibilitas antara kedua campuran polimer tersebut yang kurang baik. Polipropilena memiliki ikatan antarmolekul yang lebih kuat dibandingkan polistirena sehingga kompatibilitasnya juga lebih rendah. Hal serupa terlihat pada gambar c dan f, masing-masing merupakan morfologi permukaan campuran poliolefin dan resipren dengan penambahan 1 phr asam stearin. Berdasarkan morfologi permukaan, polistirena memiliki permukaan yang lebih baik dibandingkan pada polipropilena. Selain itu, ketercampuran polistirena juga lebih baik dibandingkan dengan polipropilena.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan resipren dan asam stearat berpengaruh

signifikan terhadap sifat mekanik dan morfologi campuran poliolefin. Pada campuran polipropilena-resipren, terjadi penurunan kekuatan tarik seiring meningkatnya kandungan resipren, sedangkan pada campuran polistirena-resipren, kekuatan tarik cenderung meningkat, menunjukkan kompatibilitas yang lebih baik antara polistirena dan resipren. Penambahan asam stearat sebagai compatibilizer memperbaiki homogenitas campuran namun menurunkan kekuatan tarik dan regangan akibat terganggunya ikatan antarmolekul. Oleh karena itu, pemilihan jenis polimer dan kadar compatibilizer yang tepat sangat penting dalam rekayasa material untuk menghasilkan sifat mekanik dan morfologi yang optimal.

Zainuddin, M., Widodo, T., & Khairani, N. (2021). *Strategi hilirisasi karet nasional dalam rantai nilai global ASEAN-5. Jurnal Manajemen Ekonomi dan Akuntansi (MEA)*, 2(2), 98–110.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, R., Sihombing, R., & Silalahi, M. (2020). *Modifikasi karet alam siklis dengan poliamida dan asam oleat sebagai compatibilizer*. Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA Universitas Negeri Medan, 1(1), 85–90.
- Dworakowska, S., Bogdal, D., & Pielichowski, J. (2019). Cross-linking of polyesters based on fatty acids and their composites: A review. *Polymers*, 11(12), 2000.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2023). *Hilirisasi dan produktivitas karet alam Indonesia*. <https://perkebunan.bsip.pertanian.go.id/berita/hilirisasi-perkebunan-indonesia>
- Mohammedi, N., Zoukrami, F., & Haddaoui, N. (2021). Preparation of polypropylene/bentonite composites of enhanced thermal and mechanical properties using L-leucine and stearic acid as coupling agents. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 11(3), 7207–7216.
- Ragunathan, S., Hong, T. W., Nik Azizan, N. Z., & Othman, N. (2021). Properties of polypropylene composites reinforced with stearic acid treated sugarcane fiber. *Journal of Composite Science and Technology*.
- Raghu, P., Nere, C. K., & Jagtap, R. N. (2020). Morphology, thermal behavior, rheological, and mechanical properties of polypropylene/polystyrene blends based on elongational flow. *Polymers*, 12(10), 2335.
- Ritonga, D. A., Harefa, D. A., & Zebua, R. (2021). Pengaruh asam oleat terhadap kompatibilitas LDPE dan karet alam siklis. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 6(2), 55–61.
- Shubhra, Q. T. H., Alam, A. K. M. M., & Quaiyyum, M. A. (2013). Effect of stearic acid on the mechanical, thermal and morphological properties of biodegradable jute-reinforced PLA composites. *Composites Part B: Engineering*, 45(1), 138–144.
- Taktak, S., Ghorbel, N., Hammami, H., & Jbara, O. (2022). Characterization of compatibility of polypropylene/poly(butylene succinate) blends: Impact of weight ratios on interfacial polarization. *Journal of Molecular Liquids*, 364, 120016.