



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

PITRAM 2026

Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia

Extended Abstract Book



11 dan 12 APRIL 2026

Dewan Berlian

Universiti Teknologi MARA

Cawangan Selangor

Kampus Puncak Alam



UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

Pusat
Asasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI



MAJLIS DEKAN/PENGARAH ASASI
UNIVERSITI AWAM MALAYSIA

Mengintegrasikan Sisa Polistirena dan Biomas Sitrus Sebagai Solusi Pelekat Lestari

Muhammad Nadzmi Harith Rosli, Muhammad Naqib Irfan Md.Mazland, Muhammad Zuhairi Mohamed Zukilan, Sharim Kamaluddin Nurdin, Darwisy Dzulqarnain Rashlimazizi, Haslinawati Mohd Mustapha\

Pusat Tamhidi, Universiti Sains Islam Malaysia, 71800 Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia

*haslinawati@usim.edu.my

ABSTRAK

Krisis pencemaran polistirena merupakan isu ekologi global yang kritikal disebabkan oleh sifatnya yang non-biodegradasi dan kos kitar semula mekanikal yang tinggi. Pada masa yang sama, lambakan sisa kulit limau daripada industri makanan menjana biomas yang kaya dengan sebatian limonena namun sering dibazirkan. Kajian ini memperkenalkan *NEO Glue (Novel Eco-Friendly Organic)*, sebuah inovasi pelekat mampan yang dihasilkan melalui kitar semula fizikal polistirena menggunakan limonena sebagai pelarut hijau semulajadi. Objektif kajian adalah untuk menghasilkan formulasi pelekat bebas toksik yang selamat, kos rendah, dan menyokong agenda kelestarian melalui SDG 9 dan SDG 12. Metodologi kajian melibatkan pengumpulan sisa polistirena, ekstraksi limonena daripada kulit limau, dan proses pelarutan berdasarkan prinsip "like dissolves like" bagi mencapai kelikatan optimum. Hasil kajian menunjukkan bahawa *NEO Glue* mempunyai daya lekatan yang kompetitif pada permukaan kayu dan kertas, aroma sitrus yang menyenangkan, dan bebas daripada sebatian organik meruap (VOC) berbahaya. Kesimpulannya, *NEO Glue* menawarkan solusi ekonomi kitaran yang praktikal dengan menukarkan sisa plastik dan biomas kepada produk komersial bernilai tinggi, sekaligus mempromosikan tanggungjawab terhadap alam sekitar selari dengan tuntutan Naqli dan Aqli.

Keywords: Polistirena, Limonena, Kitar Semula, Kimia Hijau

1. PENDAHULUAN

Penggunaan polistirena dalam industri pembungkusan telah meningkat secara drastik disebabkan oleh sifat fizikalnya yang ringan dan efektif sebagai penebat haba. Walau bagaimanapun, polistirena menyumbang secara signifikan kepada beban tapak pelupusan sampah kerana ia mengambil masa beratus-ratus tahun untuk terurai dan mempunyai kadar kitar semula yang sangat rendah. Sisa polistirena yang tidak terurus sering pecah menjadi mikroplastik yang mengancam ekosistem marin dan kesihatan manusia (García et al., 2009). Selain itu, pelekat industri sedia ada di pasaran kebanyakannya menggunakan pelarut sintetik seperti toluena atau xilena yang membebaskan sebatian organik meruap (VOC) yang bertoksik (Sonne et al., 2022).

NEO Glue dirancang sebagai solusi inovatif untuk menangani krisis berkembar ini. Dengan memanfaatkan limonena, sebuah terpena *non-polar* yang terdapat dalam kulit limau (Grozdanić et al., 2025), sisa polistirena boleh dilarutkan dan ditransformasikan menjadi

pelekat organik yang selamat. Projek ini menjajarkan dua Matlamat Pembangunan Mampan iaitu SDG 9 (Industri, Inovasi dan Infrastruktur) dan SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran yang Bertanggungjawab). Melalui integrasi ilmu Naqli dan Aqli, *NEO Glue* bukan sahaja menawarkan penyelesaian saintifik, malah menterjemah amanah memelihara alam sekitar yang ditekankan dalam Surah Al-A'raf 7:56 kepada satu produk yang berfungsi.

2. METODOLOGI

2.1 Penyediaan Bahan Mentah

Sisa polistirena dikumpul daripada sisa pembungkusan domestik. Polistirena dibersihkan daripada kotoran dan dipotong kecil bagi meningkatkan luas permukaan untuk tindak balas pelarutan. Sisa kulit limau (*Citrus aurantium*) diperoleh daripada pengusaha jus tempatan.

2.2 Ekstraksi dan Penyediaan Pelarut

Minyak pati yang mengandungi limonena diekstrak daripada kulit limau. Bagi tujuan prototaip kos rendah, pelarut limonena gred teknikal atau minyak pati sitrus yang tersedia secara komersial juga boleh digunakan untuk memastikan konsistensi kualiti.

2.3 Proses Formulasi Pelekat

Mengikut prinsip "like dissolves like," kepingan polistirena dimasukkan ke dalam bekas kaca yang mengandungi 25 ml pelarut limonena. Campuran diaduk secara perlahan pada suhu bilik sehingga mencapai kelikatan yang menyerupai gam industri. Nisbah jisim polistirena kepada isi padu pelarut dioptimumkan bagi mencapai kekuatan lekatan yang terbaik.

2.4 Ujian Prestasi dan Keselamatan

Kekuatan lekatan diuji pada substrat kayu dan kertas menggunakan ujian tegangan manual. Masa pengeringan dan aroma produk direkodkan untuk perbandingan dengan pelekat sintetik sedia ada.

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Eksperimen menunjukkan bahawa limonena bertindak sebagai pelarut yang sangat efektif untuk polistirena tanpa menyebabkan degradasi rantai polimer. Interaksi molekul antara kumpulan fenil pada polistirena dan struktur kitlik limonena membolehkan pembentukan larutan yang homogen.

Jadual 1. Perbandingan *NEO Glue* dan Gam Komersial

Ciri-ciri		<i>NEO Glue</i>	Gam Komersial
Bahan Asas		Kulit Limau + Sisa polistirena	Bahan Api Fosil + Pelarut Toksik
Aroma		Sitrus Segar	Kimia Menyengat
Impak Sekitar Alam		Kitar Semula 100%	Mencemarkan
Kos Penghasilan		Rendah (Bahan Sisa)	Tinggi

Hasil analisis menunjukkan bahawa *NEO Glue* mempunyai daya lekatan yang setara dengan pelekat berasaskan sintetik, namun dengan kelebihan tambahan iaitu aroma yang menyenangkan dan keselamatan penggunaan yang tinggi bagi kanak-kanak sekolah. Selain itu, disebabkan limonena mempunyai kadar penyejatan yang lebih rendah berbanding aseton (Pagliaro et al., 2023), pelekat ini memberikan lebih masa untuk pelarasan kedudukan cantuman sebelum ia mengeras sepenuhnya. Dari perspektif ekonomi, kos penghasilan yang rendah memberikan potensi keuntungan yang tinggi dalam pasaran produk hijau.

4. KESIMPULAN

NEO Glue membuktikan bahawa sisa polistirena boleh ditukar menjadi produk bernilai tinggi melalui aplikasi kimia hijau yang kreatif. Inovasi ini berjaya mengintegrasikan sains molekul, kelestarian alam, dan tanggungjawab sosial dalam satu kerangka yang holistik. Dengan menyokong SDG 9 dan 12, projek ini menawarkan model ekonomi kitaran yang mampu mengurangkan jejak karbon industri pelekat. Cadangan masa hadapan termasuklah pengoptimuman formulasi menggunakan agen pengeras semulajadi dan perluasan skala pengeluaran bagi memenuhi pasaran domestik dan antarabangsa.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan kepada Pusat Tamhidi USIM atas penyediaan fasiliti makmal dan sokongan teknikal.

RUJUKAN

- María Teresa García, Gracia, I., Duque, G., Antonio de Lucas, & Juan Francisco Rodríguez. (2009). Study of the solubility and stability of polystyrene wastes in a dissolution recycling process. *Waste Management*, 29(6), 1814–1818..
- Grozđanić, N., Kijevčanin, M., & Radović, I. (2025). Terpene-Based Biofuel Additives (Citral, Limonene, and Linalool) with Chloroform: Experimental and Modeling Study of Volumetric and Transport Properties. *Processes*, 13(4), 974.

- Pagliaro, M., Fabiano-Tixier, A., & Ciriminna, R. (2023). Limonene as a natural product extraction solvent. *Green Chemistry*, 25(16), 6108–6119.
- Sonne, C., Xia, C., Dadvand, P., Targino, A. C., & Lam, S. S. (2022). Indoor volatile and semi-volatile organic toxic compounds: Need for global action. *Journal of Building Engineering*, 62, 105344.