



Juha Heiskanen

UNIVERSITY OF OULU

🇬🇧 Forest-based resins challenge fossil materials in wind turbines, boats and high-performance adhesives

🇮🇹 Le resine di origine forestale sfidano i materiali fossili in turbine eoliche, imbarcazioni e adesivi ad alte prestazioni

A group of researchers at the University of Oulu have developed new high-performance bio-based resins that can replace conventional oil-based materials in composite products — without compromising strength, cost, or industrial scalability. As composite materials continue to play a critical role in renewable energy, transportation, marine industries and construction, biobased resins may become a driver of sustainable industrial production.

The new epoxy and polyester resins, produced from biomass-derived platform chemicals, match or even outperform their fossil-based counterparts. The raw materials are sourced from abundant forestry and agricultural side streams such as sawdust and straw — transforming what was once waste into advanced materials for demanding applications. Polyester resins are widely used in fiberglass composite structures such as boats and caravans. Epoxy resins, meanwhile, are essential in adhesives and high-performance composites found in sports equipment and industrial components.

According to Doctoral Researcher Mikko Salonen, the results are striking: “The biomass-based polyester resin we developed shows up to 76% higher tensile strength than a commercial fossil-based polyester resin”. The findings demonstrate that bio-based thermoset resins can achieve technical performance equal to or



Un gruppo di ricercatori dell'Università di Oulu ha sviluppato delle nuove resine a base bio ad alte prestazioni in grado di sostituire i materiali convenzionali derivati dal petrolio nei prodotti compositi, senza compromettere resistenza meccanica, costi o scalabilità industriale. Poiché i materiali compositi continuano a svolgere un ruolo fondamentale nei settori delle energie rinnovabili, dei trasporti, dell'industria navale e delle costruzioni, le resine bio-based possono diventare un fattore trainante per una produzione industriale sostenibile.

Le nuove resine epossidiche e poliesteri, prodotte a partire da intermedi chimici derivati da biomassa, eguagliano o addirittura superano le prestazioni delle controparti di origine fossile. Le materie prime provengono da flussi secondari abbondanti dell'industria forestale e agricola, come segatura e paglia, trasformando materiali di scarto in prodotti avanzati destinati ad applicazioni ad alte prestazioni. Le resine poliesteri sono ampiamente utilizzate nelle strutture composite in fibra di vetro, come imbarcazioni e caravan. Le resine epossidiche, invece, sono fondamentali negli adesivi e nei compositi ad alte prestazioni impiegati in attrezzature sportive e componenti industriali. Secondo il dottorando Mikko Salonen, i risultati sono significativi: “La resina poliesteri a base di biomassa da noi sviluppata mostra una resistenza a trazione fino al 76% superiore rispetto a una resina poliesteri commerciale di origine fossile”.

I risultati dimostrano che le resine termoindurenti bio-based possono raggiungere prestazioni tecniche equivalenti o superiori rispetto ai materiali attualmente in uso.

“Le resine bio-based non presenteranno differenze di prezzo significative rispetto a quelle fossili,” afferma il ricercatore senior Juha Heiskanen. “Una volta prodotti gli intermedi chimici bio-based, questi possono essere trasformati utilizzando le linee

exceeding today's materials.

“Bio-based resins will not have a significant price difference compared to fossil resins,” says Senior Research Fellow Juha Heiskanen. “Once bio-based platform chemicals are produced, they can be processed using existing chemical industry production lines”.

Beyond performance and price, the new resins offer a critical sustainability advantage: chemical recyclability.

Unlike conventional composite materials — such as those used in wind turbine blades — which are notoriously difficult to recycle, the new materials can be chemically broken down and reused as raw materials. This opens a pathway toward circular composite manufacturing.



FROM FOREST AND FIELD SIDESTREAMS TO HIGH-VALUE MATERIALS

The key building blocks — including hydroxymethylfurfural (HMF) and furfural — are derived from cellulose and hemicellulose found in lignocellulosic biomass in forestry and agricultural side streams provide a plentiful and renewable feedstock in many countries.

While the forest industry has traditionally focused on pulp production, new technologies now enable broader utilisation of biomass components such as lignin. Integrating chemical industry processes with forest-based raw materials may create entirely new bioeconomy value chains.

“Upgrading bio-based raw materials into high-performance materials and products offers a significant opportunity to expand the bioeconomy”, says Heiskanen, who leads a seven-member research team developing biomass-based materials. Three patents have already been filed, and the team is currently seeking partners to move into pilot-scale production.

Furthermore, with less than two percent of global oil reserves located within the EU, expanding the use of bio-based materials is also strategically important for Europe. Biomass-based resins offer a way to strengthen material self-sufficiency while advancing climate and circular economy goals. The epoxy resin results were published in February 2026 in the study *Circular composite materials: Biomass-based furan epoxies with high-performance and closed-loop recyclability*. The research involved collaborators from Italy and Sweden and was carried out under the Business Finland-funded FurBio flagship project. Parallel development of polyester resins is ongoing within the Interreg Aurora-funded SUSBICO project (Sustainable Biocomposites), in collaboration with researchers at Luleå University of Technology. Early results were published in November 2025: *Unsaturated Polyester Resins from Biobased Furfural-Derived Sulfur-Bridged Difuran Monomer*.

produttive esistenti dell'industria chimica”.

Oltre alle prestazioni e ai costi, le nuove resine offrono un vantaggio cruciale in termini di sostenibilità: la riciclabilità chimica.

A differenza dei materiali compositi convenzionali, come quelli utilizzati nelle pale delle turbine eoliche, notoriamente difficili da riciclare, i nuovi materiali possono essere depolimerizzati chimicamente e riutilizzati come materie prime. Ciò apre la strada a un modello di produzione circolare per i materiali compositi.

DAI SOTTOPRODOTTI FORESTALI E AGRICOLI A MATERIALI AD ALTO VALORE AGGIUNTO

I principali componenti chimici, tra cui idrossimetilfurfurale (HMF) e furfurale, derivano dalla cellulosa e dall'emicellulosa presenti nella biomassa

lignocellulosica proveniente dai sottoprodotti dell'industria forestale e agricola, che rappresentano una fonte abbondante e rinnovabile in molti Paesi.

Sebbene l'industria forestale sia stata tradizionalmente focalizzata sulla produzione di cellulosa, nuove tecnologie consentono oggi un utilizzo più ampio dei componenti della biomassa, come la lignina. L'integrazione dei processi dell'industria chimica con materie prime di origine forestale può generare nuove filiere di valore nell'ambito della bioeconomia.

“La valorizzazione delle materie prime bio-based in materiali e prodotti ad alte prestazioni rappresenta un'opportunità significativa per espandere la bioeconomia”, afferma Heiskanen, che guida un team di ricerca di sette membri impegnato nello sviluppo di materiali a base di biomassa. Sono già stati depositati tre brevetti e il gruppo è attualmente alla ricerca di partner per avviare la produzione su scala pilota.

Inoltre, considerando che meno del 2% delle riserve globali di petrolio si trova nell'Unione Europea, l'espansione dell'uso di materiali bio-based assume anche un'importanza strategica per l'Europa. Le resine derivate da biomassa offrono infatti una soluzione per rafforzare l'autosufficienza nei materiali, contribuendo al contempo agli obiettivi climatici e di economia circolare.

I risultati sulle resine epossidiche sono stati pubblicati nel febbraio 2026 nello studio “Circular composite materials: Biomass-based furan epoxies with high-performance and closed-loop recyclability”. La ricerca ha coinvolto collaboratori provenienti da Italia e Svezia ed è stata condotta nell'ambito del progetto flagship FurBio, finanziato da Business Finland.

Lo sviluppo parallelo delle resine poliesteri è attualmente in corso nell'ambito del progetto SUSBICO (Sustainable Biocomposites), finanziato da Interreg Aurora, in collaborazione con ricercatori della Luleå University of Technology. I primi risultati sono stati pubblicati nel novembre 2025 nello studio “Unsaturated Polyester Resins from Biobased Furfural-Derived Sulfur-Bridged Difuran Monomer”.